Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Bibliothek:
Gruppe: I C
B Nr. 52
Aktiengesellschaft

BHS I C 52

I.C

I. C 3/59

Grundriſs

der

Eisenhüttenkunde

von

Dr. *Carl Hartmann*,
mehrer Akademien, gelehrten und Gewerbs-Gesellschaften Mitgliede, ehemaligem practischen Eisenhüttenmann u. s. w. u. s. w.

BIBLIOTHEK DER K. B. GENERAL BERGW. U. SALINEN ADMINISTR.

Mit 10 lithographirten Tafeln.

Berlin.

Druck und Verlag von A. W. Hayn.

1843.

Bayerische Staatsbibliothek

Bayerische
Staatsbibliothek
München

I. C 3/59

Vorwort.

Der Zweck des vorliegenden Werks ist der, jungen angehenden Eisenhüttenleuten, Staatsbeamten und Privatleuten, die irgend ein Interesse an dem Eisenhüttengewerbe haben, ein leicht verständliches, übersichtliches und wohlfeiles Buch in die Hände zu geben, aus dem sie hinlängliche Belehrung zu schöpfen im Stande sind. Berücksichtigt man, welche wichtige Stellung das Eisenhüttenwesen in dem Staatshaushalt und in dem Fabrikenwesen einnimmt, wie ein allgemeines Interesse es in Anspruch nehmen darf, so mufs das vorliegende Buch ein recht grofses Publikum bekommen.

Wir besitzen im Deutschen zwei sehr grofse Werke über Eisenhüttenkunde. Das erste ist das klassische Handbuch von dem hiesigen Geheimenrathe, Dr. Karsten, von welchem am Ende des Jahres 1841 eine dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage in fünf Bänden und mit einem vortrefflichen Kupferatlas von 63 sehr grofsen Tafeln mit Werkzeichnungen von den bewährtesten Einrichtungen, welche bei der Gewinnung und Verarbeitung des Eisens auf den Eisenhüttenwerken angewendet werden, erschien, das zweite ist meine deutsche Bearbeitung von der „praktischen Eisenhüttenkunde", welche die französischen Ingenieure Walter de St. Ange und Leblanc zu Verfassern hat. Diese Bearbeitung hatte das Glück, nach drei Jahren eine neue Auflage zu erleben (Weimar 1842, 2 Bde. 4. und 77 lith. Tafeln mit Werkzeichnungen). Als dritter und vierter Band derselben erscheint jetzt heftweise eine

deutsche Bearbeitung des „Traité du Fer et de la Fonte“, par les Ingénieurs Flachat, Barrault et Petiet. — Beide Werke sind aber nicht allein sehr weitläuftig, sondern auch theuer und daher Anfängern und dem gröfsern Publikum unzugänglich. Der Verfasser darf daher wohl auf die Zustimmung und Theilnahme des betreffenden Publikums rechnen, da das vorliegende Buch einem wahren Bedürfnifs abhilft.

In der Anordnung wurde dem Karsten'schen Werke gefolgt; sie ist ohnstreitig die zweckmäfsigste, auch ist dieses Werk am meisten in Deutschland bekannt; es wurde hier überall fleifsig benutzt, die theoretischen Ansichten des Herrn Karsten, die er seit 25 Jahren entwickelt hat und die sich im Wesentlichen immer mehr bestätigt haben, sind befolgt, ohne die dagegen gemachten Einwürfe zu erwähnen, indem diefs den Anfänger nur verwirren kann, und es sich in einem Buche, wie das vorliegende, nur darum handelt, im Allgemeinen richtige theoretische Ansichten aufzustellen. — Aufser dem Karsten'schen Werke sind meine deutsche Bearbeitung von den oben erwähnten Werken von Walter de St. Ange, Leblanc, Flachat, Barrault und Petiet, ferner die 3te Auflage von Schubarth's „technischer Chemie“ und Karmarsch's „mechanische Technologie“, so wie manche andere Werke und die neuesten Zeitschriften benutzt.

Berlin, im September 1843.

Hartmann.

Inhaltsverzeichnifs.

Seite

Einleitung . 1

Erster Abschnitt.

Eigenschaften und Verhalten des Eisens 3
Farbe . 4
Textur . 6
Spezifisches Gewicht . 8
Härte . 9
Cohäsion . 10
Absolute Festigkcit . 11
Rückwirkende Festigkeit . 12
Relative Festigkeit . 13
Magnetisches Verhalten . 14
Verhalten des Eisens in erhöheten Temperaturen 15
Verhalten des Stabeisens in der Glüh- und Schmelzhitze 18
Verhalten des Stahls in derselben 20
Verhalten des Roheisens in derselben 21
Eisen und Sauerstoff . 27
Eisen und Wasser . 29
Einwirkung der feuchten Luft auf das Eisen 29
Eisen und Kohle . 30
Eisen und Schwefel . 33
Eisen und Phosphor . 34
Eisen und Kohle mit Schwefel 35
Eisen und Kohle mit Phosphor 37
Eisen und Säuren . 37
Eisen und Erdbasen . 41
Eisen und andere Metalle . 42
Eisenoxyd mit Erden und andern Metalloxyden 46
Unterschied zwischen Roheisen, Stabeisen und Stahl 47

Zweiter Abschnitt.

Die Eisenerze . 52
Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im unvollkommenen Oxydationszustande (Magneteisenstein) . 52
Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im vollkommenen Oxydationszustande:
Eisenglanz und Rotheisenstein 53

Seite
Brauneisenstein 55
Roheisenstein 56
Oxydirtes Eisen in Verbindung mit Säuren und mit andern oxydirten Körpern 57
Titaneisen etc. 57
Chromeisenstein 57
Kieseleisenstein 58
Spatheisenstein 59
Sphärosiderit 61
Uebersicht der Klassification und des Eisengehalts der verschiedenen Eisenerze 63
Das Probiren der Eisenerze 63
Vorbereitung der Erze 72
Scheiden und Abliegen 72
Das Waschen 72
Das Rösten 72
Das Pochen 79
Von den Zuschlägen und Flufsmitteln 79
Probiren der Zuschläge 80
Schmelzbarkeit der Erze 81

Dritter Abschnitt.

Die Brennmaterialien.

Allgemeine Bemerkungen 82
Holz und Holzkohle 87
Verkohlung unter beweglichen Decken 93
In Meilern 94
In Haufen 99
Verkohlung in Oefen.
In solchen, die von aufsen geheizt werden 100
Mit Zutritt von atmosphärisher Luft 102
Grubenverkohlung 104
Ohne Luftzutritt durch Erhitzung des Holzes mittelst glühender eisernen Röhren 104
Durch Erhitzen des Holzes mittelst glühender zersetzter Luft 105
Torf und Torfverkohlung 105
Steinkohle und Braunkohle und Verkohlung derselben 108
Verschiedene Arten der Steinkohlen in technischer Hinsicht 110
Verkohlung der Steinkohlen oder Verkoakung 112
Meilerverkoakung 113
Ofenverkoakung 116
Vergleichung des Effects der verschiedenen Brennmaterialien 117

Vierter Abschnitt.

Die Gebläse.

Allgemeine Bemerkungen 120
Lederne Bälge 121
Hölzerne Bälge 121
Hölzerne Kastengebläse 123
Eiserne Cylindergebläse 124
Windradgebläse oder Ventilator 130
Baadersche Gebläse 131
Wassertrommelgebläse 135

Seite
Kettengebläse . 134
Schraubengebläse . 135
Vorrichtungen zur Bewirkung eines gleichförmigen Ausströmens des Windes aus den Gebläsen 135
Regulator mit unveränderlichem Inhalt 136
Trockenregulator . 138
Wasserregulator . 138
Vorrichtungen zur Erhitzung der Gebläseluft 139
Bei Frischfeuern . 141
Bei Kupolöfen . 143
Bei Hohöfen . 144
Windleitungen und Düsen . 148
Menge und Geschwindigkeit des Gebläsewindes 152
Windmesser . 154

Fünfter Abschnitt.

Die Roheisenerzeugung.

Allgemeine Bemerkungen über die Oefen zur Roheisenerzeugung . . 158
Blauöfen . 166
Hohöfen . 171
Schmelzräume und Einflufs ihrer Dimensionen auf den Gang des Ofens . 171
Schächte und Einflufs von deren Dimensionen auf den Gang des Ofens . 183
Mechanische Arbeiten beim Ofenbetriebe, Erz- und Kohlengichten 190
Kennzeichen zur Beurtheilung des Ofenganges und Wartung des Ofens . 200
Umstände, unter denen weifses und graues Roheisen dargestellt wird . 212
Einflufs der Beschickung auf die Beschaffenheit und das Verhalten des Roheisens und der Schlacke 217
Maafsregeln bei vorübergehender Einstellung oder bei gänzlicher Beendigung des Betriebes 221
Anwendung nicht verkohlter Brennmaterialien beim Ofenbetriebe 226
Betrieb der Oefen mit erhitzter Luft 228
Anwendung von Wasserdämpfen . 237
Benutzung der aus der Hohofengicht entweichenden Gase . . . 237

Sechster Abschnitt.

Das Umschmelzen des Roheisens zum Giefsereibetrieb.

Allgemeine Bemerkungen . 241
Schöpfheerde . 249
Stichheerde . 251
Der Umschmelzbetrieb . 252
In Tiegeln . 255
In Kupulöfen . 255
In Flammöfen . 262
Verfahren bei der Eisenförmerei und Giefserei 270
A. Sandgufs . 276
a. Heerdgufs . 277
b. Ladengufs . 281
B. Massegufs . 290
C. Lehmgufs . 293

Seite
D. Schaalengufs 299
E. Kunstgufs 305
Vollendung der Gufswaaren 307
Tempern 309
Schleifen 309
Ausbohren 310
Abdrehen 313
Emailliren 316
Verzinnen 322

Siebenter Abschnitt.

Darstellung des Stabeisens.

Allgemeine Bemerkungen 324
Verschiedene Arten des Stabeisens 325
Darstellung des Stabeisens 327
I. Frischarbeit 327
Vorbereitung des Roheisens zum Verfrischen 328
Durch Ablöschen, Granuliren, Scheibenreifsen, Weifsmachen im Hohofengestell, Umschmelzen in besondern Schmelzheerden etc. 330
Durch Umschmelzen in Flammöfen (Weifsöfen) 332
Durch Umschmelzen im Feineisenfeuer 334
A. Die Frischarbeit in Heerden 337
Verschiedene Arten derselben 337
1. Die Deutsche Frischschmiede 339
Einrichtung der Hütte 339
Zu verfrischendes Roheisen 340
Kohlen 341
Zuschläge 342
Feuerbau 343
Werkzeuge 348
Schlacke und Abgänge 348
Der Frischprozefs 350
Das Rohaufbrechen 352
Das Gaaraufbrechen 354
Das Anlauflassen 355
Das Luppenmachen 356
Das Hammerwerk 357
Werkzeuge zur Bearbeitung der Luppe 360
Ausschmieden der Luppe zn Stäben 360
Anwendung erhitzter Gebläseluft beim Heerdfrischen 362
Anwendung von Koaks, Torf und von unverkohltem Holze 363
Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Gase 363
Abänderungen der Deutschen Frischschmiede 364
2. Die Wallonenschmiede 365
3. Die Löschfeuerschmiede 366
4. Die Steyersche Einmalschmelzarbeit 367
5. Die Siegensche Einmalschmelzerei 368
6. Die Osemundschmiede 369
7. Die Bratfrischschmiede 370
8. Die Mügla- oder Brockenschmiede 370
9. Die Brechschmiede 371
10. Der Sinterprozefs 372
11. Die Hart- und Weichzerrennschmiede 373

Seite

12. Die Kartitschschmiede . 375
13. Die Läuterfrischschmiede 375
14. Die Südwaleser Frischschmiede 376

B. Die Frischarbeit in Flammöfen.

Allgemeine Bemerkungen 378
Schlackenfrischen und Weifseisenfrischen 379
Die Flammöfen zum Frischprozefs oder Puddelöfen 380
Betrieb der Flammöfen- oder Puddelöfen-Frischarbeit . . . 382
Anfertigung der Schmelzheerde 383
Einsetzen des Roheisens 383
Frischperiode . 384
Schweifsperiode . 384
Doppelöfen . 388
Puddelöfen mit Holzfeuerung 388
Puddelöfen mit Torffeuerung 389
Puddelöfen, die durch Hohofengas gefeuert werden . . . 389
Mechanische Hülfsmittel zur Bearbeitung des in den Puddelöfen dargestellten Frischeisens 391
Hämmer (Stirnhammer) 392
Scheeren . 394
Walzwerke . 395
Verschiedene Arten derselben 395
Einrichtung der Walzwerke 398
Dimensionen und Geschwindigkeiten 400
Einrichtung und Entwurf oder Verzeichnung der Kaliber . 401
Beschreibung eines Luppenwalzwerks 406
Beschreibung eines Grobeisenwalzwerks 407
Schweifsöfen . 408
Bearbeituug des Eisens unter den Walzen 410
Das Zängen . 410
Das Schweifsen . 412
Das Auswalzen der Stäbe 414
Das Geraderichten des Eisens 415
Das Abschneiden der rauhen Enden 415
Production, Eisenabbrand, Brennmaterialien-Verbrauch . . 415
Allgemeine Bemerkungen über das Flammenofenfrischen 418
Gemischte Frischmethoden . 418

II. Die Rennarbeit . 420

1. Stückofenwirthschaft 420
2. Blaseöfen . 422
3. Deutsche Luppenfrischerei 423
4. Französische Luppenfrischerei 424
5. Italienische Luppenfrischerei 426

Zugutemachung der Stabeisenabgänge und des alten Stabeisens . . 428
Benutzung der Eisenfrischschlacken 426
Verbesserung des roth- und des kaltbrüchigen Eisens 431

III. Die Verfeinerung des Stabeisens 432

A. Anfertigung der feinern Eisensorten.

a. Unter Hämmern.

Beschreibung der Schwanzhämmer 433
Glühöfen . 434

b. Unter Walzwerken . 435

Beschreibung der Feineisenwalzwerke 436
Glühöfen . 438

B. Anfertigung des Schneideeisens 439

Streckwerk . 439
Schneidewerk . 440
Glühöfen . 441

Seite

C. Drahtfabrikation . 442
Materialeisen . 443
Zieheisen . 443
Zangen . 448
Leiern . 449
Ausglühen des Drahts und Glühöfen 450
Auswalzen des Drahts und Drahtwalzwerke 454
D. Blechfabrikation . 458
Allgemeine Bemerkungen . 458
a. Blechbereitung unter Hämmern 461
b. Blechfabrikation unter Walzwerken 464
Blechwalzwerke . 464
Verfahren beim Auswalzen des Blechs 468
c. Das Verzinnen des Blechs oder Weifsblechfabrikation . . 470
Aelteres deutsches Verfahren 470
Neueres englisches Verfahren 472

Achter Abschnitt.

Die Stahlbereitung.

Allgemeine Bemerkungen . 478
Einflufs des Materials auf die Eigenschaften des Stahls 478
Schmelzstahlbereitung unmittelbar aus Erzen 480
Schmelzstahlbereitung aus Roheisen 481
Aus grauem, rohschmelzendem Roheisen 483
Aus weifsem, rohschmelzendem Roheisen 486
Aus weifsem, gaarschmelzendem Roheisen 488
Aus weifsem Roheisen mit einer Vorbereitung desselben 491
Cement- oder Brennstahlbereitung 494
Cementiröfen . 496
Die Gufsstahlbereitung . 502
Das Raffiniren des Stahls . 508
Der damascirte Stahl . 509
Das Härten des Stahls . 511

Einleitung.

Erze sind natürliche Verbindungen der Metalle mit andern Körpern, die man von ihnen abscheiden mufs, um diese rein daraus zu erhalten. Sie bilden eine besondere Classe der Mineralien. Derjenige Theil der angewandten Chemie nun, welcher sich damit beschäftigt, die in den Erzen befindlichen Metalle durch zweckmäfsige Behandlung im Grofsen darzustellen, nennt man die Metallurgie oder Hüttenkunde, indem sich die Vorrichtungen zur Verarbeitung der Erze in zu jenem Zweck besonders eingerichteten Gebäuden, die man Hütten nennt, befinden.

Die Darstellung der Erze aus ihren Metallen im Kleinen nennt man die Probirkunst oder Dokimasie, die zwar mit der Metallurgie gleichen Zweck hat, allein gewöhnlich gänzlich verschiedene Mittel anwendet, so wie sie natürlich die verschiedenen Quantitäten von Erz, mit denen es beide zu thun haben, bedingt. Da man aber durch die Proben den Metallgehalt des Erzes fast vollständig darstellt, so dient die Probirkunst zur Controle der Hüttenprozesse.

Der metallurgische oder Hüttenprozefs, d. h. die Behandlungsart des Erzes, hängt von den Eigenschaften des letztern, so wie der des daraus darzustellenden Metalles ab. Nicht immer kann das Metall sogleich bei der ersten Behandlung seines Erzes rein gewonnen werden, sondern es befindet sich häufig in einem Zustande, in welchem man es ein Halb- oder Zwischenproduct zu nennen pflegt, nämlich noch mit andern Substanzen verbunden und verunreinigt. Die durch die Hüttenprozesse von dem Metall abgesonderten übrigen Bestandtheile nennt man im Allgemeinen Abgänge, und wenn die Absonderung durch Schmelzung erfolgt, Schlacken, welche zuweilen beiderlei einer wiederholten hüttenmännischen Behandlung unterworfen werden.

Die Erze benennt man nach den daraus darzustellenden Metallen, und nennt z. B. Bleierze solche, aus denen Blei, Eisenerze die, aus denen Eisen

gewonnen wird. Man unterscheidet daher bei der Metallurgie eben so viele Zweige, als Gegenstände des Darzustellenden vorhanden sind, indem die Verschiedenheit der Erze und der daraus zu gewinnenden Metalle verschiedenartige Hüttenprozesse nöthig macht. Jedoch kommen bei diesen verschiedenen Zweigen der Metallurgie auch Prozesse vor, die der Verarbeitung der Erze mehrerer Metalle gemeinschaftlich sind. Man unterscheidet daher die allgemeine und die spezielle Metallurgie. Jene beschäftigt sich mit den Hüttenprozessen im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf die, den Erzen eines jeden besondern Metalles erforderlichen eigenthümlichen Vorkehrungen. Es gehört dahin die Lehre von den Brennmaterialien, von der Construction der Räume, in denen die metallurgischen Arbeiten vorgenommen werden, von der Einrichtung und Wirkung der verschiedenen Gebläse, so wie von dem Mechanismus der Hammer- und Walzwerke.

Der Gegenstand der speziellen Metallurgie ist die Darstellung eines jeden besondern Metalles aus seinen Erzen, weshalb sie die dazu erforderlichen eigenthümlichen Verfahrungsarten kennen lehrt. Jedoch sind davon die Untersuchungen der allgemeinen Metallurgie ganz unzertrennlich. Diefs ist z. B. bei der Metallurgie des Eisens oder der Eisenhüttenkunde, mit der wir uns in diesem Werke speziell beschäftigen und welche die Regeln angiebt, das Eisen aus seinen Erzen mit den gröfsten ökonomischen Vortheilen im Grofsen darzustellen, der Fall. Dieser Zweig der Metallurgie, der wichtigste und umfangreichste von allen, der einen ungleich bedeutendern Brennmaterialienverbrauch erfordert, als alle übrigen, macht eine Berücksichtigung der verschiedenen Gegenstände der allgemeinen Metallurgie ganz besonders nöthig.

Die Eisenhüttenkunde ist wichtig, weil kein kultivirter Staat ohne Eisen existiren kann; sie ist sehr ausgebreitet, weil diefs Metall durch seine Verbindung mit der Kohle einen mehrfachen Zustand anzunehmen vermag, so dafs es als ein Metall von verschiedenen, für die praktische Anwendung gleich wichtigen Eigenschaften erscheint. Es ist nämlich entweder ein unstreckbares, unschweifsbares und in starker Hitze tropfbar flüssiges Metall, Roh- oder Gufseisen genannt; oder man stellt es als ein streckbares, schweifsbares, weiches, nur in den höchsten Temperaturen flüssig werdendes Metall, als sogen. Stabeisen, Schmiedeeisen oder schlechtweg Eisen dar; oder endlich es zeigt sich als ein streckbares, weniger schweifsbares und im Verhältnifs der abnehmenden Schweifsbarkeit an Schmelzbarkeit zunehmendes hartes Metall, welches Stahl genannt wird.

Dieser dreifache Zustand des Eisens hat Veranlassung zu drei Hauptabtheilungen der Eisenhüttenkunde gegeben; denn obwohl man aus allen Eisenerzen, durch verschiedenartige Behandlung, sowohl Roheisen als Stabeisen,

oder Stahl darstellen kann, so ist es doch eine wesentliche Aufgabe der Metallurgie des Eisens, zu zeigen: wie sich die verschiedenen Darstellungsarten des Eisens in seinen verschiedenen Zuständen, entweder unmittelbar aus den Erzen, oder mittelbar aus der Umänderung der einen Eisenart in die andere, zu einander verhalten, um das zweckmäſsigste Verfahren für gegebene Verhältnisse auswählen zu können. Der Umfang der Eisenhüttenkunde wird aber auch dadurch vergröſsert, daſs ein bedeutender Theil der weitern Benutzung und Verarbeitung des schon dargestellten Metalles (der Eisenfabrikenkunde) mit in ihr Gebiet gezogen werden muſs. So wird ein bedeutender Theil des Roheisens in Guſswaaren, das Stabeisen und der Stahl in Stäbe von sehr verschiedener Form und Stärke, oder zu Blech und Draht ausgezogen werden, ja auf sehr vielen Eisenhütten wird die Verarbeitung noch weiter getrieben, so daſs die Eisenfabrikenkunde als ein sehr wesentlicher Theil der Eisenhüttenkunde angesehen werden muſs. Es ergiebt sich daraus für diese ein Umfang, wie er bei allen andern Metallen nicht angetroffen wird.

Erster Abschnitt.

Eigenschaften und Verhalten des Eisens.

Bei der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Eisens, so wie bei Prüfung seines Verhaltens in erhöheten Temperaturen und zu andern Körpern, muſs der bereits in der Einleitung erwähnte, dreifache Zustand des Eisens fortwährend berücksichtigt werden.

Aus der Art und Weise, wie das Eisen aus seinen Erzen im Groſsen nur dargestellt werden kann, darf man folgern, daſs man ein chemisch reines Eisen nur zufällig zu erhalten vermag. Seine verschiedenen physikalischen Eigenschaften entstehen hauptsächlich durch die Art und die Menge der, entweder bei der Gewinnung aus den Erzen aufgenommenen fremdartigen Substanzen, oder die bei den Hüttenprozessen nicht entfernt werden konnten, welche aber oft nur gering sind und nur als Verunreinigungen erscheinen. Spezifisches Gewicht, Härte und Festigkeit des Eisens sind in allen seinen Zuständen, vermöge dieser Ursachen, sehr verschieden, und es ist daher für den Eisenhüttenmann wichtig, diese Verschiedenheiten und ihre Ursachen kennen zu lernen, da es sein Bestreben sein muſs, ein möglichst reines Eisen darzustellen, wenn die Gewinnung eines chemisch reinen auch nie möglich ist.

Man erhält das Eisen rein, wenn man feinen zerschnittenen Eisendraht mit einem Viertel seines Gewichts oxydirtem Eisen in dem Gebläseofen bis zum Schmelzen des Eisens erhitzt. Der feine Eisendraht enthält nur etwas Kohle und Kiesel, denn unreine Eisensorten kann man nicht zu feinem Draht ausziehen. Das oxydirte Eisen verschafft man sich am besten, indem man über feinen Eisendraht bei der Glühhitze Wasserdämpfe streichen läfst. Das Gemenge schüttet man in einen hessischen Tiegel und bedeckt es mit einem Gemenge aus reinem Quarz, reiner Kalkerde und kohlensaurem Kali in demselben Verhältnifs, wie es zur Glasfabrikation angewandt wird. Der Sauerstoff des oxydirten Eisens verbindet sich mit der Kohle und dem Kiesel, und das Eisen erhält man als eine geschmolzene Masse, wenn man eine recht starke Hitze anwendet. Man kann in dem Gebläseofen bis auf $\frac{1}{2}$ Pfd. Eisen schmelzen.

Das auf diese Weise gewonnene Eisen hat eine ausgezeichnet weifse Farbe, einen starken Metallglanz und ist noch etwas weicher als gewöhnliches weiches Stabeisen. Besonders ausgezeichnet ist aber sein zu 7,96 angegebenes hohes spezifisches Gewicht. Der Hüttenmann und Eisenfabrikant kennt aber ein solches reines Eisen nicht, und seine Weichheit würde in vielen Fällen die, aus seiner gröfsern Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit entspringenden Vortheile wieder aufheben, welche die bessern Sorten des verkäuflichen Stabeisens gewähren.

Farbe des Eisens.

Luft und Feuchtigkeit bewirken auf der Oberfläche des Eisens so schnelle Veränderungen, dafs sich seine Farbe nur auf frisch gereinigter Oberfläche, oder besser noch nur auf der frischen Bruchoberfläche erkennen läfst. Der feuchten Luft ausgesetztes Eisen hat jederzeit einen grauen Ueberzug, der die wahre Farbe verbirgt und der mit dem sogen. Eisenschwarz bezeichnet wird. Unter gewissen Umständen erscheint aber auch die Oberfläche des Eisens bläulichschwarz, oder röthlichgelb und röthlichbraun.

Stabeisen hat eine lichtgraue Farbe, die sich einerseits ins Weifse und andererseits ins Dunkle zieht, begleitet von verschiedenen Abänderungen des Glanzes. Helle Farbe und starker Glanz, und dunkle Farbe mit schwachem Glanze, sind Zeichen von schlechter Beschaffenheit des Eisens; wogegen sehr helle Farbe mit schwachem Glanz und graulichweifse Farbe mit starkem Glanz ein gutes Eisen bezeichnen. Helle Farbe mit sehr starkem Glanz geben ein verbranntes oder ein in der Kälte leicht zersprengbares Eisen zu erkennen; wogegen dunkle Farben und schwacher Metallglanz ein in der Hitze brüchiges (rothbrüchiges) und bei noch geringerm Glanz ein zu mürbes (faulbrüchiges oder auch roh gefrischtes) Eisen anzeigen.

Stahl hat eine graulichweifse, niemals ins Bläuliche, sondern nur ins Weifse übergehende Farbe mit vollkommenem Metallglanz; allein er läfst sich dadurch nicht allein vom Stabeisen unterscheiden, sondern es mufs dabei die Textur zu Hülfe genommen werden.

Roheisen zeigt eine noch gröfsere Verschiedenheit der Farbennüancirungen als Stabeisen, indem es noch mehr fremdartige, darauf einwirkende Körper aufnimmt, und besonders gehört zu denselben die Kohle. Die wesentlichste Verschiedenheit zeigen die beiden Hauptarten: das weifse und das graue Roheisen, indem sich dieselbe nicht blos in der Farbe, sondern auch in ihrem ganzen physikalischen und chemischen Verhalten ausspricht.

Das graue Roheisen hat eine von der dunkelsten schwarzen bis zu einer lichten grauen wechselnde Farbe, und nicht selten zeigen sich verschiedene Nüancirungen an einem Stück. Mit dunklerer Farbe ist stets stärkerer Glanz verbunden. — Weifses Roheisen ist in seinem am vollkommensten ausgebildeten Zustande silberweifs mit sehr starkem Glanz und spiegelnden Flächen, weshalb es Spiegeleisen oder Spiegelflofs und wegen der speziellen Benutzung zu Stahl in einigen Gegenden Rohstahleisen genannt wird. Geht die Farbe ins Bläuliche und Bläulichgraue über, und ist das Gefüge strahlig-fasrig, so entsteht die blumiges Eisen oder blumige Flossen genannte Abart des weifsen Roheisens, welche jedoch selten nur für sich allein, sondern gewöhnlich in Verbindung mit grauem Roheisen dargestellt wird. Eine dritte, am häufigsten vorkommende Abart ist das grelle Roheisen oder Weifseisen; bei demselben ist dem Weifs viel Grau beigemischt, der Glanz ist noch bedeutend, auf dem Bruch aber kein deutliches Gefüge mehr zu erkennen. Geht die weifse Farbe ins Bläulichweifse über, fangen die Bruchflächen an zackig zu werden und zeigen sich viele Zwischenräume, so entsteht das luckige (löcherige) Roheisen oder luckiges Flofs. Es ist diefs eine eigenthümliche Roheisenart, die weder dem grauen, noch dem weifsen angehört. — Die erwähnten Varietäten des weifsen Roheisens gehen häufig in einander über, so dafs es oft schwierig ist, die Abarten zu bestimmen. Das sogen. weifsgaare Roheisen steht an der Grenze des Spiegel- und des blumigen Flosses.

Nicht selten kommen beide Roheisenarten sowohl das graue als das weifse, gemeinschaftlich in einem Stück vor, und zwar entweder in besondern Lagen, als sogen. spangliges oder streifiges Roheisen; oder das eine in der Masse des andern zerstreut, so dafs im grauen Pünktchen oder Fleckchen vom weifsen und umgekehrt sich zeigen. Man nennt diese Art halbirtes Roheisen und zwar schwach halbirtes bei überwiegend grauem, und stark halbirtes bei überwiegend weifsem.

Alle diese verschiedenen Farbenverschiedenheiten des Roheisens entschei-

den jedoch nicht allein über das Verhalten und die Eigenschaften des Roheisens. Jedoch giebt die weifse Farbe zu erkennen, dafs ein solches Roheisen zur Anfertigung von Gufswerk nicht tauglich sei.

Um, wie es bei vielen Eisenarbeiten der Fall ist, die wahre Farbe des Eisens hervortreten zu lassen, um das Metall von der schwarzen Hülle zu befreien, die vorzüglich bei jeder Behandlung im Feuer schnell zum Vorschein kommt, wendet man das Feilen, oder das Schleifen, oder das Beizen an; zu einem noch höhern Glanze das Poliren.

Textur des Eisens.

Die Textur bestimmt in Verbindung mit Farbe und Glanz in der Regel die Beschaffenheit des Eisens und Stahls, weshalb die genaue Kenntnifs derselben, die sich jedoch nur auf der frischen Bruchfläche beurtheilen läfst, von Wichtigkeit ist.

Stabeisen hat ursprünglich eine körnige und zackige Textur, allein sie wird durch das Schmieden sehr verändert, und zwar um so mehr, je öfter der Stab ausgereckt wurde. Soll demnach die Textur untersucht und richtig beurtheilt werden, so müssen die Stäbe nicht unter 1 Zoll im Quadrat und bei flachen Stäben nicht unter $\frac{1}{4}$ Zoll stark sein. — Weder eckige noch schuppige Körner bezeichnen das züheste und beste Eisen, welches zu dünnen Stäben ausgereckt, eine vollkommen sehnige Textur annimmt. Die Sehnen oder Adern haben eine lichte Farbe, sind lang ausgedehnt und es gehört eine grofse Kraft dazu, sie zu zerreifsen. — Gröbere oder feinere vielkantige Körner, die der Bruchfläche zuweilen ein schuppiges Ansehn geben, zeigen ein schlechtes, brüchiges Eisen. Sind die Körner schiefrig, so ist das Eisen verbrannt, sind sie ganz flach und schuppig, so ist es kaltbrüchig; sind sie kantig und mit Sehnen untermischt, so ist das Eisen roh, d. h. schlecht gefrischt. Rothbrüchiges Eisen zeigt immer lange Sehnen.

Nicht alles Eisen erhält durch Schmieden eine sehnige Textur, indem die Anlage zu den Sehnen oder Adern schon in der Natur des Eisens liegen mufs. Hartes und sehr zähes Eisen behält seine zackig-körnige Textur am längsten und wird erst durch Schmieden zu dünnen Stäben sehnig; weiches Eisen dagegen weit früher. Eisen, welches durch mechanischen Druck kein sehniges Gefüge erhält, gehört zu den minder festen Eisenarten, weshalb überall da, wo es eine starke Tragkraft zeigen soll, nur ein sehniges Eisen genommen werden darf.

Soll gutes körniges in sehniges Eisen verwandelt werden, so mufs man es erst ganz schweifswarm machen und dann unter dem Hammer bearbeiten. Der anzuwendende Hitzgrad kann um so geringer sein, je mehr Anlage das

zu verarbeitende Eisen schon zum sehnigen Gefüge hat. Erhält Eisen durch solche Behandlung keine Sehnen, so kann es nicht zu Grubenseilen, Ketten und überall nicht zu solchen Gegenständen verarbeitet werden, bei denen eine bedeutende Tragkraft in Anspruch genommen werden mufs. Aber umgekehrt ist nicht alles sehnige Eisen sehr fest, da auch minder festes durch das Ausschmieden häufig sehnig wird. Die Sehnen eines festen und haltbaren Eisens müssen den Glanz des matt gearbeiteten Silbers besitzen. Man darf annehmen, dafs je geringer der Hitzgrad ist und je schwächer der Druck, bei welchem sich das körnige in ein sehniges Gefüge verwandelt, desto weniger Festigkeit und Haltbarkeit ihm auch zuzutrauen ist. Deutliche Krystallbildung läfst sich beim reinen Stabeisen niemals bewirken.

Aus der Textur des Eisens folgt seine Dichtigkeit, d. h. die Beschaffenheit, bei dem Poliren eine völlig gleichartige Fläche zu zeigen. Das zackig-körnige Eisen ist das dichteste und zum Poliren am meisten geeignet, das kantig-körnige, weiche am wenigsten. Jedes Eisen ist nicht völlig von undichten Stellen frei; kleine Undichtigkeiten, welche beim Poliren schwarze Flecken oder Streifen bilden, nennt man Aeschel oder Aschenlöcher, gröfsere dagegen Schiefer.

Stahl zeigt eine körnig-zackige Textur; je dichter und gleichartiger das Korn, desto besser ist er. Ausgezeichnet körniges Gefüge, blaues weifsschimmerndes Korn, sehnige und adrige Stellen, sind ein Beweis noch vorhandenen Eisens. Der Stahl ist dichter als das Eisen und weit mehr zum Poliren geeignet. Auch zu den dünnsten Stäben ausgereckt, mufs er nie eine sehnige Textur zeigen.

Graues Roheisen hat eine sehr verschiedene, von dem Vieleckig-Körnigen bis zum Dichten übergehende Textur, und zwar nimmt die dunkle Farbe um so mehr ab, als jene dichter wird. Eine schuppige Textur ist der Beweis eines sehr unreinen Roheisens. — Weifses Roheisen hat eine, aus dem Strahlig-Blättrigen in das Kleinsplittrige und daraus in das Dichte übergehende Textur. — Luckiges Roheisen hat eine mehr zackige, in die des Stahls übergehende Textur. — Güte und Beschaffenheit des Roheisens lassen sich nicht aus den, von Farbe und Textur hergenommenen Kennzeichen mit Sicherheit bestimmen, indem es eine sehr zusammengesetzte Verbindung des Eisens mit andern Körpern ist.

Graues Roheisen zeigt niemals eine krystallinische Bildung, sondern stets ein körniges oder schuppiges Gefüge, wogegen Spiegeleisen eine rein krystallinische Bildung, zusammengesetzt aus einer Anhäufung übereinander geschobener Prismen ist.

Spezifisches Gewicht des Eisens.

Bei den Untersuchungen über diesen Gegenstand hat sich kein so bestimmtes Resultat ergeben, dafs daraus ein sicherer Schlufs gemacht werden könnte, ob es Stabeisen, Stahl oder Roheisen ist. Man kann zwar im Allgemeinen annehmen, dafs Stahl spezifisch schwerer als Stabeisen, dieses schwerer als weifses Roheisen und dieses wieder schwerer als graues ist; allein es finden sehr viel Ausnahmen statt. In Durchschnittszahlen haben die verschiedenen Eisenarten, bei Temperaturen zu 15° R., nachstehendes spezifisches Gewicht:

Stahl	7,700
Stabeisen	7,600
weifses Roheisen. . . .	7,500
graues Roheisen	7,100.

Betrachtet man eine Zusammenstellung des spezifischen Gewichts verschiedener Eisenarten von verschiedenen Hütten und unter verschiedenen Umständen dargestellt, so findet man sehr bedeutende Abweichungen, deren Grund in der Beschaffenheit des Eisens selbst zu suchen ist. So der bedeutende Unterschied in dem spezifischen Gewicht der grauen und der weifsen Roheisenarten lediglich in dem Verbindungszustande des Eisens mit Kohle. Weifses Roheisen wird durch Schmelzen und langsames Erkalten grau und spezifisch leichter; graues Roheisen durch Umschmelzen und schnelles Erkalten weifs und spezifisch schwerer. Bei Koaks erblasenes Roheisen ist gewöhnlich spezifisch leichter als das bei Holzkohlen dargestellte, welches gleiche Farbe und Textur hat. Aus Phosphorsäure-haltigen Erzen erblasenes Roheisen hat im Allgemeinen das geringste spezifische Gewicht. — Das Härten beim Roheisen, d. h. nämlich die Umwandlung des weichen grauen in das harte weifse, scheint einen entgegengesetzten Einflufs auf das spezifische Gewicht zu haben, als bei dem Stahl. Bei jenem nimmt es nämlich bedeutend zu und bei diesem ab.

Beim Stabeisen erfolgt aber auch eine Erhöhung des spez. Gewichts, wenn es glühend zu dünnen Stäben ausgereckt oder zu Blech ausgebreitet wird; wogegen, wenn Eisen durch Zerreifsen eine geringere Dimension bekommt, eine Verminderung des spez. Gewichts statt findet. Durch Drahtziehen nimmt es auch zu, allein im geringern Verhältnifs als durch Schmieden und Walzen zu dünnern Stäben und zu Blech.

Zur Veranschlagung des Gewichts eines aus den verschiedenen Eisensorten anzufertigenden Gegenstandes sind die folgenden Angaben hinreichend:

1 Preufs. Kubikfufs Stabeisen wiegt 514 Preufs. Pfund.
1 - Kubikzoll - - 9,52 - Loth.

1	Preufs.	Kubikfufs Stahl	wiegt	522	Preufs.	Pfund.
1	-	Kubikzoll	-	9,66	-	Loth.
1	-	Kubikfufs Roheisen	-	475	-	Pfund.
1	-	Kubikzoll	-	8,75	-	Loth.

Härte des Eisens.

Beim Stabeisen unterscheidet man hartes und weiches, und beurtheilt nach der Textur, zu welcher von diesen beiden Arten es gehört. Weiches und zähes Eisen zeigt eine langsehnige Textur, lichte Adern, deren Farbe das Mittel zwischen Silberweifs und Bleigrau hält. Ein solches Eisen ist von vorzüglicher Güte, mufs aber dem harten zähen Eisen, welches nur in dünnen Stäben ein silberweifses adriges Gefüge bekommt, nachstehen. Weiches Eisen mit kurzsehnigem Gefüge, welches auf dem Bruch eine zwischen Blei- und Schwarzgrau stehende Farbe hat, ist weich und mürbe, besitzt keine Festigkeit und gehört zu den schlechtern Eisensorten, die sich bald abnutzen und der äufsern Gewalt auch nicht bedeutend widerstehen. — Wenn man Eisen glühend in kaltem Wasser ablöscht, so wird es dadurch nicht bedeutend härter, wie diefs beim Stahl der Fall ist; allein wenn es stahlartig ist, so nimmt es Härte an.

Stahl ist härter als Eisen, läfst sich nicht so leicht in andere Formen bringen, als dieses; sein vorzüglich charakteristisches Kennzeichen ist aber, dafs er durch schnelles Abkühlen nach dem Glühen hart wird, weshalb man diese Operation das Härten nennt. Ungehärteter Stahl verhält sich wie das härteste Stabeisen, und mufs zugleich einen hohen Grad von Zähigkeit besitzen; gehärteter Stahl mufs aber eine solche Härte annehmen, dafs er von der besten Feile nicht angegriffen wird, und Glas schneidet.

Graues Roheisen ist ungleich weniger hart als weifses; je dunkler jenes ist, um so leichter läfst es sich bearbeiten, drehen, feilen, bohren, je leichter aber, um so weniger. Die Härte des weifsen Roheisens ist so grofs, dafs es in Glas schneidet, und von der besten englischen Feile nicht angegriffen wird; die Härte des Spiegeleisens übertrifft die des härtesten Stahls. Man hat daher auch das weifse Roheisen Hartflofs und das graue Weichflofs genannt.

Sprödigkeit scheint zwar gewöhnlich mit der Härte verbunden zu sein, kann aber nicht als eine Folge derselben betrachtet werden, indem es auch harte und geschmeidige Körper giebt. Je härter und je weniger spröde, je zäher und geschmeidiger es folglich ist, desto vollkommener ist es auch. Stabeisen wird durch vieles kaltes Hämmern und Stahl durch Ablöschen im Wasser spröde, welches sich aber durch Erhitzen (Ausglühen) wieder verliert, nur nicht bei mürbem Eisen.

Im glühenden Zustande sind alle Eisenarten weicher als im kalten und lassen sich zertheilen, Stabeisen und Stahl mit einer Scheere, Roheisen mit einer Säge

Cohäsion des Eisens.

Die Cohäsionskraft oder der Widerstand, den ein Körper der seinen Zusammenhang ändernden oder aufhebenden Gewalt entgegensetzt, äufsert sich auf verschiedene Weise, je nachdem die von aufsen einwirkende Kraft die Theile des Körpers von einander zu entfernen oder einander zu nähern sucht. Eine solche Einwirkung einer äufsern Kraft ist jederzeit mit einer geringern oder gröfsern Formveränderung des Körpers, auf den jene wirkt, verbunden, und damit stehen auch Veränderungen der physikalischen Eigenschaften, wie z. B. des spez. Gewichts, in Verbindung.

Soll der Körper auseinandergerissen, d. h. sollen seine Theile von einander entfernt werden, so äufsert sich die Cohäsion als Zähigkeit oder als Steifheit. Man nennt dieselbe Dehnbarkeit, wenn der Körper die verlängerte Gestalt behält, und attractive Elasticität, wenn er seine alte Gestalt wieder erlangt. Den Widerstand, den der Körper leistet, nennt man seine absolute Festigkeit.

Suchen die äufsern Kräfte die Theile eines Körpers zu nähern oder zusammenzudrücken, so äufsert sich die Cohäsion als Geschmeidigkeit, wenn der Körper die zusammengedrückte Gestalt behält, und als repulsive Elasticität, wenn er seine alte Gestalt wieder annimmt. Den Widerstand, den der Körper auf diese Weise leistet, nennt man die rückwirkende Festigkeit.

Schneiden die trennenden Kräfte die Richtung, nach der sich die Theilchen des Körpers vermöge ihrer Cohäsion zu nähern streben, so äufsert sich dieselbe als Biegsamkeit, wenn der Körper die gebogene Gestalt behält, und als relative Elasticität (Springkraft, Federkraft), wenn er seine alte Gestalt wieder annimmt. Den Widerstand, den der Körper gegen die ihn zerbrechenden Kräfte leistet, nennt man die relative oder respective Festigkeit.

Wenn die, die Form eines festen Körpers verändernden Kräfte in einem noch höhern Grade gesteigert werden, so dafs der Zusammenhang der Theilchen gänzlich aufgehoben und die Cohäsionskraft ganz überwunden wird: so wird der Körper, nach den oben angedeuteten Richtungen der Kräfte, entweder zerrissen, oder zerdrückt, oder zerbrochen.

Es ist einleuchtend, dafs diese verschiedenen Verhältnisse der Cohäsionskraft des Eisens, sowohl für den Hüttenmann, als auch für den Techniker im Allgemeinen, von grofser Wichtigkeit sein müssen, indem er dadurch die

Grenze kennen lernt, bis zu welcher ein Körper, nach dem Aufhören der Einwirkung äufserer Kräfte, seine vorige Gestalt wieder annimmt, d. h. die Grenze der vollkommensten Elasticität, so wie auch die Grenze, bis zu welcher der Zusammenhang der Theile völlig aufgehoben wird, d. h. die der Festigkeit. Eine genaue Kenntnifs der Grenze der vollkommenen Elasticität des Eisens ist deshalb von Wichtigkeit für den Techniker, weil er bis zu derselben vollkommenen Gebrauch von der Cohäsionskraft machen kann, und ein Zerreifsen, Zerdrücken oder Zerbrechen desselben nicht zu befürchten braucht. — Wiewohl sich nun viele Physiker und Techniker mit der Bestimmung dieser Grenze beschäftigt haben, so sind sie bis jetzt doch noch nicht zu ganz zuverlässigen Resultaten gelangt.

Absolute Festigkeit des Eisens.

Stabeisen. Es sind über die absolute Festigkeit desselben sehr viele Versuche angestellt worden, und aus der Zusammenstellung von deren Resultaten ergiebt sich, dafs man noch weit entfernt ist, diese Eigenschaft mit irgend einer Zahl zuverlässig angeben zu können. Nicht allein die verschiedenartige innere Beschaffenheit des Eisens, sondern auch die Behandlung desselben im Feuer, die Temperatur, bei der die Bearbeitung erfolgt, so wie die zum Zusammenpressen der Theilchen angewandte Kraft, folglich die Dimensionen, zu denen es gebracht worden ist, haben einen entschiedenen Einflufs auf die Gröfse der Festigkeit. Daher mufs das runde Eisen fester als ein Quadratstab sein, wenn der Querschnitt von beiden einen ganz gleichen Flächeninhalt hat, und am festesten mufs sich das flache Eisen bei gleicher Gröfse des Querschnitts verhalten, in sofern die Dicke desselben nicht gröfser ist, als der Halbmesser der Durchschnittsfläche des runden Eisens. Daher ist auch in der Regel das gewalzte Eisen fester als das geschmiedete. Die folgenden Bestimmungen der absoluten Festigkeit des Stabeisens kommen der Wahrheit ziemlich nahe.

Gutes Stabeisen mufs, in Quadratstäben, und auf die ursprüngliche Querschnittsfläche bezogen, nach Herrn Karsten's Angabe:

in Stäben von 1 Zoll Rhein. breit und dick, 58,000 Berliner Pfunde,
in Stäben von $\frac{1}{2}$ Zoll Breite und Dicke, 70,000 Berliner Pfund,
in Stäben von $\frac{1}{4}$ Zoll Breite und Dicke und in noch geringern Dimensionen, 75 bis 80,000 Berliner Pfund und darüber,

auf eine Fläche des Querschnitts von 1 Zoll Rhein. berechnet, tragen können, ehe es zerreifst.

Die absolute Festigkeit des Eisendrahts mufs aber, weil derselbe zu noch schwächern Dimensionen ausgezogen ist, noch gröfser sein, als die des Stab-

eisens, und wenn dieses auch zu sehr schwachen Dimensionen ausgereckt worden ist. Mehrere neuere und gute Versuche stimmen darin überein, dafs guter Draht bis zur Feinheit des Klavierdrahts ausgezogen über 130,000 Pfd., auf 1 Quadratzoll Fläche berechnet, tragen kann, ehe er reifst. Dieselben Versuche zeigen aber auch, dafs der ausgeglühete Draht kaum die Hälfte der Festigkeit besitzt, wie der nicht ausgeglühete. Stärkerer Draht verliert weniger durch das Ausglühen an absoluter Festigkeit, als feinerer.

Ueber das Verhältnifs der bleibenden Ausdehnungen des Eisens zur absoluten Festigkeit desselben haben die angestellten Versuche sehr abweichende Resultate gegeben. Jedoch läfst sich als eine allgemein gültige Annahme wohl darüber folgern, dafs das Stabeisen mit der Hälfte des Gewichts, bei welchem es zerrissen wird, belastet werden kann, ohne eine bleibende Ausdehnung, nach Wegnahme der wirkenden Kräfte, zu erfahren.

Ueber die absolute Festigkeit des Stahls sind nur wenige Versuche angestellt, und deshalb sowohl, als wegen der verschiedenen Härtezustände und der grofsen Abweichungen der Eigenschaften der verschiedenen Stahlarten, ist es schwierig, allgemeine Resultate darüber abzuleiten. Jedenfalls ist die absolute Festigkeit bedeutend gröfser als die des Stabeisens. — Die Grenzen der vollkommenen Elasticität und der absoluten Festigkeit dürften bei dem (ungehärteten) Stahl ungleich näher liegen, als bei dem Stabeisen, so wie die Festigkeit des Stahls in einem höhern Grade in Anspruch genommen werden kann, als die des Stabeisens.

Die absolute Festigkeit des grauen Roheisens läfst sich mit einiger Zuverlässigkeit in Zahlen nicht ausdrücken, sondern es ist aus den Versuchen nur zu schliefsen, dafs Roheisen, welches einer Kraft von 18000 Pfd. auf den Quadratzoll des Querschnitts beim Zerreifsen widersteht, zu den festeren Arten desselben gerechnet werden mufs. Jedoch möchte einiges schwach halbirte Roheisen manches graue an absoluter Festigkeit übertreffen, wiewohl diefs durch directe Versuche noch nicht erwiesen ist. — Ueber die Festigkeit des weifsen Roheisens sind noch keine Versuche angestellt, jedoch ist sie jedenfalls weit geringer als die des grauen, weshalb jenes auch zu allen Anwendungen, bei welchen die Festigkeit Hauptbedingung ist, nicht genommen werden kann.

Rückwirkende Festigkeit des Eisens.

Man würde diese bei einem festen, absolut steifen und nicht elastischen Körper nicht überwältigen können, wenn der von den beiden entgegenwirkenden Kräften ausgeübte Druck eine vollkommen senkrechte Richtung hat.

Ist sie diefs nicht, so widersteht der Körper durch seine relative Festigkeit und wird nicht eigentlich zerdrückt, sondern zerbrochen. Dennoch läfst sich die rückwirkende Festigkeit eines jeden Körpers überwinden, und er wird entweder gekrümmt oder zerdrückt, je nachdem er entweder geschmeidig oder spröde ist. — Ein Stabeisen von 1 rheinl. Quadratzoll Oberfläche erfordert bis zum beginnenden Zusammendrücken ein Gewicht von 70,000 Pfd. Die rückwirkende Festigkeit des Roheisens ist bedeutend stärker als die des Stabeisens. Sollen also Lasten zu unterstützen und drückend getragen werden, so ist ersteres zweckmäfsiger als letzteres; wogegen aber bei Hängewerken und überall da wo die absolute Festigkeit in Anspruch genommen werden mufs, letzteres zweckmäfsiger als ersteres anzuwenden ist. — Die Gröfse der rückwirkenden Festigkeit des Stahls kennt man noch nicht, jedoch mufs sie sehr bedeutend sein und zwar bei gehärtetem Stahl höher als bei dem nicht gehärteten.

Relative Festigkeit des Eisens.

Es würde für die Praxis von Wichtigkeit sein, wenn man zuverlässige Erfahrungen darüber besäfse, bei welcher Gröfse der Belastung ein Eisenstab eine bleibende Biegung behält und bei welcher ein völliges Zerbrechen erfolgt. Beim Stabeisen sind solche Versuche noch nicht vollständig angestellt, dagegen für das Roheisen die Gewichte ermittelt, bei denen Biegung und bei denen Zerbrechen eintritt, jedoch sind die Resultate sehr wenig zuverlässig, so dafs man die Angabe, es seien im Minimum 10,000 und im Maximum 26,000 Pr. Pfunde erforderlich, um einen Roheisenstab von 1 Quadratzoll Querschnitt zu zerreifsen, nur als Annäherung ansehn darf.

Die sich als Elasticität äufsernde B i e g s a m k e i t besitzt guter Stahl im höchsten Grade, und sie ist ein Beweis von sehr grofser Festigkeit und auch von Schwerzersprengbarkeit. Da nun elastischer Stahl zugleich sehr hart sein mufs und mit der Härte die Sprödigkeit zunimmt, so steht letztere mit der Elasticität in scheinbaren Gegensatz. Wegen dieser Zunahme der Sprödigkeit wird der zu harte Stahl zu manchen Anwendungen, wo er nämlich plötzlichen Stöfsen und Schlägen ausgesetzt werden soll, unauwendbar.

Weiches, biegsames Stabeisen ohne Elasticität ist nicht fest, und wenn es wenig biegsam ist, so wird es sogar mürbe, ohne nothwendig spröde zu sein. Hartes, biegsames und elastisches Eisen ist das beste, festeste; ist hartes Eisen aber nur wenig elastisch-biegsam, so ist es entweder zufällig spröde, welches sich durch Ausglühen heben läfst, oder es liegt diefs in der Beschaffenheit des Eisens, und dann ist es hart und mürbe, wie das kaltbrüchige und roh gefrischte.

Ueber die Dehnbarkeit sind bis jetzt nur erst wenige vergleichende Versuche gemacht worden. Hartes und festes Stabeisen ist am dehnbarsten und wird nur vom besten Stahl übertroffen; hartes, mürbes Eisen ist dagegen nur wenig dehnbar, wogegen die des weichen, festen Eisens häufig sehr grofs ist. Letzteres wird auch beim Ausdehnen nicht so leicht spröde als hartes, welches daher öfter ausgeglüht werden mufs. Es hängt von der Dehnbarkeit des Eisens und Stahls ihre Anwendung zu Draht und zu Stahlplatten und Eisenblechen ab.

Die Geschmeidigkeit kennen wir eben so wenig genau. Weiches festes Eisen ist geschmeidiger als hartes festes, denn da das letztere früher spröde wird als jenes, so mufs es öfter ausgeglüht werden, weshalb, da diefs seine Schwierigkeiten hat, das weiche feste vorzuziehen ist, wenn eine starke Ausdehnung stattfinden soll, ohne dafs das harte an sich weniger dehnbar ist, als das weiche.

Graues Roheisen besitzt einige Biegsamkeit, Elasticität und Dehnbarkeit, wogegen das weifse unbiegsam, sehr spröde und auch eben so wenig dehnbar ist.

In Beziehung auf das

magnetische Verhalten des Eisens

bemerken wir, dafs es bei verschiedenen Arten desselben nicht ganz gleich ist. Stabeisen wird schneller magnetisch, auch stärker von dem Magnet angezogen, als Stahl, verliert aber auch die magnetischen Eigenschaften schneller als dieser, weshalb man zu den Magnetnadeln Stahl nehmen mufs. Gehärteter Stahl behält die magnetische Eigenschaft länger als ungehärteter, wird aber nicht so stark von der Magnetnadel angezogen als letzterer. Graues Roheisen wird schneller magnetisch und auch stärker vom Magnet angezogen, als das weifse, jedoch steht alles Roheisen dem Stabeisen und Stahl in den magnetischen Wirkungen nach.

Man soll Stabeisen und Stahl blos durch das Verhalten zur Magnetnadel unterscheiden können. Eiserne Stäbe erhalten nämlich, wenn sie mit dem Horizont einen Winkel machen oder aufwärts gestellt werden und nicht liegen, Polarität, welche durch Liegen in horizontaler Richtung wieder vernichtet wird. Stäbe aus Stabeisen erhalten diese Polarität sogleich, verlieren sie aber augenblicklich wieder, wenn man sie in horizontaler Richtung gegen die Magnetnadel hält; Stahlstäbe erhalten die Polarität nicht so schnell, äufsern dieselbe aber auch in horizontaler Lage ungeschwächt. Auch soll die magnetische Kraft des Eisens und des Stahls für verschiedene Gattungen desselben verschieden sein.

Durch Glühen, durch Verwandlung des Eisens in Feilspäne, durch zu lange anhaltende Berührung gleich starker, gleichnamiger Pole, durch starke Erschütterung und öfteres Fallen auf harten Boden, so wie endlich durch die Verbindung mit vielen Substanzen, welche, in geringerm Verhältnifs mit dem Eisen verbunden, die magnetische Wirkung desselben nur mehr oder weniger schwächen, wird der Magnetismus zerstört.

Verhalten des Eisens in erhöhten Temperaturen.

Der Einflufs der Wärme auf die Härte des Eisens giebt sich schon in nicht bedeutend erhöheten Temperaturen zu erkennen. Stabeisen, welches sich in der gewöhnlichen Sommer-Temperatur als ein gutes und festes Eisen zeigt, hält das Werfen und Biegen bei starker Kälte nicht aus. — Eine andere Wirkung der erhöhten Temperatur ist die Ausdehnung des Eisens, welche nach Hällström vom Gefrier- bis Siedpunkt 0,001446 beträgt, von andern Physikern aber geringer angegeben wird. Nächst dem Glase, dem Platin, dem Golde und dem Antimon erleidet das Eisen zwischen den genannten Punkten die geringste Ausdehnung.

Roheisen dehnt sich weniger aus als Stahl und dieser weniger als Stabeisen. Aus Roheisen gegossene Gegenstände sind oft dem Zerspringen bei der Abkühlung unterworfen, und es wird ein solcher Unfall gewöhnlich eintreten, wenn sehr schwache und sehr starke Theile mit einander verbunden sind. Die schwachen Theile werden durch Strahlung und Leitung früher abgekühlt als die stärkern, jene ziehen sich daher schneller zusammen als diese, wodurch eine Spannung auf der Grenze beider entsteht, die ein Zerreifsen des Gufsstücks veranlassen. Es zerspringen aber auch richtig construirte Gufsstücke, welche schon lange benutzt worden, oder ruhig gelegen haben, plötzlich ohne alle äufsere Veranlassung. Solche Fälle lassen sich nur dadurch erklären, dafs das Gufsstück schon durch frühere und oft wiederholte Temperatur-Differenzen, und wenn dieselben auch nur gering waren, eine Spannung seiner Theilchen erlitten hat, so dafs das Zerspringen nur einer unbedeutenden Veranlassung bedarf. — Treten zu den Temperatur-Differenzen noch starke Erschütterungen hinzu, wie bei Maschinentheilen und gufseiseruen Geschützen, so wird es noch erklärlicher, dafs schwache Belastungen oder Ladungen ein Zerreifsen und Zersprengen zur Folge haben können. Je grauer das Roheisen ist, desto weniger wird das Zerspringen bei Temperatur-Differenzen zu befürchten sein, obgleich das sehr graue Roheisen aus andern Gründen überhaupt eine geringere Festigkeit hat, als das weniger graue, weshalb man jenes nicht gern zum Gufs für Gegenstände verwendet, die einer grofsen Gewalt zu widerstehen haben.

Für höhere Temperaturen werden die Angaben über die Ausdehnung noch schwankender, und es ist noch nicht ermittelt, bis zu welchem Grade der Temperatur dieselbe stets gleichmäfsig fortschreitet, auch nicht einmal, ob überhaupt ein solch regelmäfsiges Fortschreiten statt findet. Eine merkwürdige Veränderung aber, welche das Eisen in der Temperatur von 400° ab erleidet, ist die Farbenveränderung seiner Oberfläche, welche bleibend ist, wenn auch das Eisen wieder erkaltet. Man nennt diefs Erscheinen der Farben auf der Oberfläche: das Anlaufen des Eisens, und wendet es theils zur Zierde, theils zur Verminderung der Sprödigkeit an. Gute Politur, Gleichartigkeit und Dichtigkeit sind die Bedingungen für das gute Gelingen des Anlaufens. Stahl läuft daher immer schöner an als Stabeisen und dieses schöner als graues Roheisen; wogegen das weifse eben so schöne und noch lebhaftere Anlauffarben annimmt als der Stahl. Dieselben kommen in gewissen, sehr bestimmten Wärmegraden zum Vorschein. Zuerst erhält die Oberfläche eine hellgelbe (stroh- und hafergelbe) Farbe, in der Temperatur von 228° C., in der reines Zinn schmilzt; alsdann wird die Farbe bei 235° dunkelgelb und goldfarbig, demnächst carmoisinroth (Wismuth schmilzt bei 246°), darauf violett, welches durch das Purpurfarbene ins Dunkelblaue übergeht (Blei schmilzt bei 334°). Diese letztere Farbe zieht sich durch das Lichtblaue ins Grüne, und alsdann tritt völlige Farbenlosigkeit ein (Zink schmilzt bei 360°). Setzt man das Eisen einer noch stärkeren Hitze aus, so kommen auf der farbenlosen Fläche dieselben Farben und in derselben Folge wie beim ersten Anlaufen, aber weniger lebhaft und schneller verschwindend, zum Vorschein, worauf sich zuletzt und zwar kurz vor dem Glühen, eine dunkelblaue Farbe einfindet, welche die Oberfläche des Eisens, wenn man es in diesem Zustande aus der Hitze nimmt, mit einer matten Haut überzieht. Die Oxydation des Eisens giebt zwar zur Entstehung der Anlauffarben die Veranlassung; allein es läfst sich jetzt noch nicht erklären, wie solche gefärbte Häute entstehen können. Jedoch sind alle diese Farben wenig lebhaft, weshalb man sie, mit Ausnahme des ersten Anlaufs, den man bei Eisenarbeiten zum Schutz gegen den Rost und um ihnen eine schön gefärbte Oberfläche zu geben gebraucht, nicht anwendet.

Stahl läuft früher an als Stabeisen und dieses früher als graues Roheisen, und zwar ist der Unterschied der Temperatur so bedeutend, dafs ersterer oft schon die dritte Stufenfarbe erreicht hat, wenn das zweite erst zur zweiten und das dritte erst zur ersten gelangt ist. Ueberhaupt läuft Eisen um so eher an, je härter es ist.

Hat das Eisen in der Hitze alle durch Farbenwechsel zu erkennende Veränderungen durchlaufen, so fängt es bei anhaltender Hitze zu glühen an, und zwar zuerst braun und dann, bei etwa 560° C., roth. In diesem

Zustande aus dem Feuer genommen, bemerkt man beim grauen Roheisen gar keine Veränderungen seiner Eigenschaften, ungehärteter Stahl ist etwas weicher geworden und der gehärtete hat die Härtung gänzlich wieder verloren. Hartes Stabeisen ist weicher geworden, weshalb das Glühen ein Mittel ist, dasselbe, wenn es durch Hämmern etc. spröde geworden ist, wieder weich zu machen. Weiches Stabeisen zeigt durch Glühen keine bemerkenswerthe Veränderung.

Bei verstärkter Hitze wird die lichtrothe Farbe immer heller, das Röthliche verliert sich mehr und macht der gelblichen Farbe Platz, welche ebenfalls immer lichter wird, bis das Eisen zuletzt eine blendend weifse Farbe erhält, oder sich in der Weifsglühhitze befindet. So grofs die Temperatur-Verschiedenheit vom Roth- bis zum Weifsglühen auch ist, so kennt man doch keine Mittel, die verschiedenen Hitzgrade zwischen diesen Punkten mit Genauigkeit zu messen, sondern man urtheilt nur nach den Nüancirungen der rothen und gelben Farben, die bis zur Weifsglühhitze immer lichter werden.

Die genaue Beurtheilung der verschiedenen Glühgrade ist beim Härten des Stahls sehr wichtig, weil fast jede Stahlart einen besondern Hitzgrad erfordert. Auch sind die Grade der Weifsglühhitze aufserordentlich verschieden, und manche Eisenarten erfordern einen ganz andern Grad derselben zu ihrer Bearbeitung als andere. — Stahl wird weit eher weifsglühend als Stabeisen und dieses nicht viel später als das graue Roheisen, wogegen weifses Roheisen eben so bald glüht als Stahl, hartes Stabeisen endlich eher als weiches.

Weifsglühend ist alles Eisen sehr weich und nimmt leicht Eindrücke an, und wird sie verstärkt, so mufs endlich ein Zustand völliger Flüssigkeit eintreten. Stabeisen bedarf dazu eines sehr hohen Hitzgrades, Stahl schmilzt mehr oder weniger schwer, je nachdem er weicher und biegsamer oder härter und spröde ist. Der Schmelzpunkt des Roheisens ist sehr verschieden; weifses (Spiegeleisen) kommt schon in Flufs, wenn das Stabeisen sich kaum in Schweifshitze befindet, und das graue Roheisen, von allem das strengflüssigste, kommt nicht viel später als bei starker Schweifshitze zum Flufs.

Die Angaben der Temperaturen für diese verschiedenen Punkte sind sehr schwierig, da es noch an einem guten Wärmemesser für so hohe Hitzgrade fehlt, obwohl man auch über diese Pyrometer neuerlich bedeutende Versuche gemacht und mehrere Instrumente erfunden hat, die besser als die früher bekannten waren. Die neuesten und am meisten wahrscheinlichen Versuche hat der französische Physiker Pouillet mit einem magnetischen Pyrometer angestellt und folgende Temperaturbestimmungen mitgetheilt:

Anfangendes Rothglühen	525° C.
Dunkelrothglühen	700°

Anfangendes Kirschroth	800° C.	
Stärkeres Kirschroth	900°	
Völliges Kirschroth	1000°	
Dunkel Orangeroth	1100°	
Lichtes Glühen	1200°	
Weifsglühen	1300°	
Starkes Weifsglühen	1400°	
Blendendes Weifsglühen	1500°	bis 1600° C.
Weifses Roheisen schmilzt	1050°	- 1100°
Graues Roheisen schmilzt	1100°	- 1200°
Stahl schmilzt	1300°	- 1400°
Stabeisen schmilzt	1500°	- 1600°

Jedoch dürften diese Angaben noch sehr wesentlicher Berichtigung bedürfen, da die Temperaturen der Schmelzhitze der verschiedenen Eisenarten offenbar viel zu niedrig angegeben worden sind.

Verhalten des Stabeisens in der Glüh- und Schmelzhitze.

Man kann zwei oder mehrere Stücke weifsglühendes und erweichtes Stabeisen durch Schlagen oder Pressen mit einander vereinigen, ohne den Zustand der Flüssigkeit eintreten zu lassen. Man nennt diese Art der Vereinigung das Schweifsen oder Zusammenschweifsen, und sie ist nur dem Stabeisen und dem Platin eigenthümlich. Man verdankt dieser Eigenschaft des Eisens sehr grofse Vortheile, da es so strengflüssig ist, dafs man sich seiner nicht wie anderer Metalle bedienen kann. Da das Eisen die Eigenschaft zu schweifsen in der Weifsglühhitze erhält, so nennt man diese auch wohl die Schweifshitze. Hartes Eisen erhält dieselbe früher als weiches. Eisen, welches gar nicht schweifst, ist stets ein schlechtes, obgleich gut schweifsendes Eisen übrigens auch schlecht sein kann, so wie es endlich auch solches giebt, welches zwar gut schweifst und sich in der Schweifshitze gut bearbeiten läfst, in der Rothglühhitze aber Risse an den Kanten erhält, weshalb man es rothbrüchig, oder auch wohl weifs- und heifsbrüchig nennt, wenn es die Eigenschaft im hohen Grade besitzt. Ursache des Rothbruchs ist stets Mangel an Schweifsbarkeit, welcher sich in einem geringern Grade dadurch äufsert, dafs des glühende Eisen unter dem Hammer unganz wird, d. h. dafs es Schiefer bekommt und sich spaltet, ohne dafs sich diese Schiefer und Spalten durch neues Glühen und Schmieden mit der übrigen Masse des Eisens wieder vereinigen liefsen. Rothbrüchiges Eisen ist nach den verschiedenen Graden des Rothbruchs mehr oder weniger zur Bearbeitung im Feuer geeignet, obwohl es sich in der gewöhnli-

chen Temperatur als festes Eisen verhalten kann. Nicht gut ausgearbeitetes, oder noch zu rohes Stabeisen ist in der Hitze auch brüchig, allein man nennt diese Brüchigkeit Rohbruch, weil das rohbrüchige Eisen auch zugleich kaltbrüchig ist. Das in der Kälte leicht zersprengbare, das kaltbrüchige Eisen, läfst sich in der Regel sehr gut schweifsen; es kann aber auch roth- und kaltbrüchiges Eisen geben, welches nicht rohbrüchig ist, und diefs ist von allen Stabeisensorten das schlechteste und nur wenig anwendbare.

Wird glühendes Stabeisen einem Luftstrome ausgesetzt, so überzieht sich seine Oberfläche mit einer schwarzen Decke, die immer stärker wird, sich nach und nach abblättert, und so lange abfällt und immer wieder entsteht, bis das Eisen gänzlich darin verwandelt ist. Man nennt diese Decke Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter. Starker Hitzgrad, ungehinderter Luftzutritt und grofse Oberfläche des Eisens beschleunigen die Bildung des Glühspans; weiches Eisen überzieht sich früher und schneller damit als hartes, und auch die Art des angewendeten Brennmaterials hat Einflufs darauf.

Ein kalter Windstrom aus einem Blasebalg auf stark weifsglühendes Eisen geleitet, erhält das Eisen bei der Bearbeitung auf dem Ambofs heifs, ja bringt es selbst zum Schmelzen und Verbrennen unter Funkensprühen; wogegen es erkaltet, sobald die Weifsglühhitze gering ist. In dem letzteren Fall kann der sich bildende Glühspan nicht schmelzen, sondern überzieht das Eisen, hindert den Luftzutritt und schneidet die Quelle weiterer Erhitzung ab.

Wird Eisen in nicht zu starker Weifsglühhitze dem Luftzuge ausgesetzt, so entsteht nicht so häufiger und so starker, aber feinerer Glühspan, als in starker Hitze, der nicht so leicht abfällt, sich tiefer einfrifst, tiefere Gruben im Eisen macht und zuletzt eine lichte braunrothe Farbe erhält. Untern Hämmern bearbeitetes Stabeisen bekommt zwar in der Regel, wenn es kalt geschmiedet wird, keinen rothen, die Stäbe unansehnlich machenden Ueberzug, weil der entstehende Glühspan durch das Schmieden wieder abfällt; dagegen ist diefs sehr häufig bei den ausgewalzten Stäben der Fall, wenn die Arbeit nicht schnell oder in einer sehr gesunkenen Temperatur geschieht. Auch Zuleitung von Wasser, welches die Oberfläche des Eisens bedeckt und den Zutritt der Luft verhindert, ist ein Mittel, die rothe Farbe zu verhindern. — Lange anhaltende Glühhitze hat nicht allein eine nachtheilige Wirkung auf die Beschaffenheit des Eisens, sondern der Glühspan führt auch einen starken Abbrand und somit Gewichtsverlust herbei.

Verhinderung des Luftzutritts, sowohl bei der Darstellung als auch Verarbeitung des Eisens, ist eine grofse Hauptsache. In den Frisch- und Schmiedeheerden geschieht diefs theils durch den schmelzenden Glühspan (Hammerschlacke), theils durch Bestreuen des Eisens mit Sand und Schlacke (Schweifs-

sand), auch wohl, jedoch unzweckmäſsig, mit Thon. Es bildet sich dadurch eine flüssige, das glühende Eisen überall umgebende und dasselbe gegen den Luftzutritt schützende Schlacke. Bleibt jedoch das Eisen damit lange der Glühhitze ausgesetzt, so entstehen dadurch die schädlichen trocknen Hitzen. Zur Verminderung des Abbrands sowohl, als um der Güte des Eisens nicht zu schaden, ist daher schnelle und starke Hitze erforderlich. — Die Kohle, womit in den meisten Fällen das zu bearbeitende Eisen umgeben ist, wirkt als Decke gegen die Luft und macht das Eisen nur weicher. Durch anhaltendes Hämmern spröde gewordenes, sonst gutartiges, oder durch anhaltendes Glühen verbranntes Eisen, verliert vollkommen mit Kohle bedeckt geglüht, seine Sprödigkeit und Mürbheit. Noch besser läſst sich der Zutritt der Luft in flieſsender Schlacke verhindern, weshalb man sich auch gewöhnlich dieser saftigen Schweishitzen bedient. — Erfolgt das Glühen zwischen den brennenden Kohlen vor dem Gebläse, so ist eine genaue Kenntniſs dazu nöthig, um das Eisen nicht zu verbrennen.

Setzt man Stabeisen in anhaltender Weiſsglühhitze und mit Ausschluſs der Luft der Einwirkung der glühenden Kohle aus, so nimmt es alle Eigenschaften des Stahls an, und wirklich beruht die Fabrikation des Cementstahls auf dieser Erfahrung.

Stahl verhält sich in der Glüh- und Schmelzhitze im Allgemeinen wie hartes Stabeisen. Er schweiſst früher als das Stabeisen und setzt beim Zutritt der Luft nicht so schnell Glühspan an, als dieses. Durch lange anhaltende trockne Glühhitze ist er endlich denselben Veränderungen wie das Stabeisen unterworfen, nur treten dieselben nicht so schnell ein, auch verliert der Stahl erst seine Stahlnatur und erhält dagegen die Eigenschaften des Stabeisens. Einiger Stahl wird durch oft wiederholtes Ausschweiſsen in trockner Hitze früher zu Stabeisen, als anderer. Der durch viele trockne Schweiſshitzen zu Stabeisen umgeänderte und endlich mürbe gewordene Stahl erhält seine stahlartigen Eigenschaften durch saftige Schweiſshitzen nicht wieder, sondern giebt dann, wenn er selbst von guter Natur war, ein gutes, festes Stabeisen. Wird der Stahl unter einer guten Decke von Schweiſssand, oder überhaupt auf solche Weise geglüht, daſs die Luft keinen Zutritt hat, so bleibt er in seinen Eigenschaften unverändert. Die Umwandlung des durch Härten weiſs und spröde gewordenen Stahls in ein Metall, welches die Eigenschaften des besten und geschmeidigsten Stabeisens besitzt, so wie umgekehrt des letztern in einen harten, weiſsen, klingenden und spröden Körper, läſst sich durch langsames und durch plötzliches Erkalten nach dem Glühen so oft vornehmen, als man will. — Wird der Luftzutritt zu dem in starker Glühhitze befindlichen Stahl nicht durch eine Schlackendecke, sondern durch Kohle abgehalten, und bleibt der Stahl mit der Kohle einer

lange anhaltenden starken Glühhitze ausgesetzt, so wird er mürbe, und verliert zuletzt, mit Beibehaltung seiner körnigen Textur, so viel von seiner Festigkeit, dafs ihm Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit abgehen und ein roheisenartiger Zustand eintritt. Wird die Hitze bis zum wirklich erfolgenden Schmelzen des Stahls fortgesetzt, so verwandelt er sich auch wirklich in Roheisen.

Soll der Stahl also ohne Verlust seiner Eigenschaften geschmolzen werden, so ist nicht allein die Abhaltung des Luftzutritts, sondern auch die Entfernung der Kohle, oder überhaupt aller kohligen Substanzen, nothwendig. Wird die Schmelzung in Graphittiegeln vorgenommen, so mufs eine schnelle Hitze gegeben und eine Decke von Kohlenstaub vermieden werden. Manchen Stahlarten giebt man indefs bei der Bereitung des Gufsstahls absichtlich einen Zusatz von 1 bis 2 Procent Kohle, wenn es darauf ankommt, sehr harten Stahl darzustellen. Der geschmolzene Stahl bietet, je nachdem er plötzlich oder langsam zum Erstarren gebracht wird, dieselben Erscheinungen dar, wie der nur bis zum Glühen erhitzte. Wird die flüssige Masse in dicke Formen ausgegossen, so dafs sie langsam erstarrt, so besitzt der Stahl alle Eigenschaften des weichen und nicht gehärteten Stahls. Wird die Erstarrung beschleunigt, so erhält man einen harten, weifsen, klingenden und äufserst spröden Körper, der oft dem harten weifsen Roheisen ähnlicher ist, als dem gehärteten Stahl. Durch starkes Glühen und langsames Erkalten wird diese weifse, harte und spröde Masse wieder in ein dunkel gefärbtes, weiches und geschmeidiges Metall umgeändert. Die Veränderung erfolgt nicht, wenn die geglühete Masse plötzlich abgekühlt wird.

Wird Roheisen in verschiedenen Graden der Glühhitze dem Luftstrom ausgesetzt, so überzieht es sich, ebenso wie Stabeisen und Stahl, mit Glühspan. Das weifse Roheisen ist völlig unschweifsbar, weil es bei den niedrigsten Graden der Schweifshitze, wenn nicht vollkommen flüssig, doch schon teigartig wird. Aber das graue Roheisen ist wirklich schweifsbar, nur liegen der Grad der Schweifshitze und der des Flüssigwerdens so nahe beisammen, dafs eine grofse Aufmerksamkeit erfordert wird, um das Zusammenschweifsen bewerkstelligen zu können.

Das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze ist so abweichend und von so verschiedenartigen Erfolgen begleitet, dafs es nöthig ist, diese Erfolge, deren Kenntnifs fast die Grundlage der ganzen Metallurgie des Eisens ausmacht, für jede Roheisenart besonders zu untersuchen. Die Schmelzhitze des Roheisens wird, obgleich ganz gewifs zu niedrig, zu 1530° angegeben. Die Schmelzbarkeit des Roheisens scheint mit dem Kohlegehalt desselben im geraden Verhältnifs zu stehen. Man kann daher nicht sagen, dafs das graue Roheisen strengflüssiger sei, als

das weifse. Aber bei gleichem Gehalt an Kohle kommt das weifse Roheisen früher in Flufs als das graue. Es giebt graues Roheisen, welches in der Strengflüssigkeit den härtern Gufsstahlarten nicht nachsteht, wogegen andere graue Roheisenarten, die bei leichtflüssigen Beschickungen und bei einem nicht zu gaaren Gange des Ofens erblasen worden sind, nicht viel später schmelzen als das Spiegeleisen, welches unter allen Roheisenarten das leichtflüssigste ist. — Das flüssige Roheisen zieht sich bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den starren Zustand zusammen. Für die praktische Anwendung ist es wichtig, die Gröfse dieser Raumverminderung zu kennen, weil die Formen zu allen denjenigen Gufswaraen, welche ein sehr genaues und bestimmtes Maafs haben sollen, um so viel gröfser gemacht werden müssen, als die Raumverminderung beträgt. Es scheint, dafs diese Gröfse des Schwindens zwischen den Grenzen der Zahlen $\frac{1}{97}$ bis $\frac{1}{99}$ liegt, so dafs 100 Roheisen im flüssigen Zustande nach dem Erkalten nur eine Dimension von 97 bis 99 behalten. Damit die fertigen Gufswaaren daher die Dimensionen erhalten, welche sie nach dem Erkalten bekommen sollen, müssen die Maafsstäbe, nach denen die Formen angefertigt werden, um 1 bis 3 Procent gröfser angefertigt werden. Um z. B. ein Gufsstück von 100 Zoll Länge (Breite, Dicke) zu erhalten, mufs dem Maafsstab, nach welchem die Form angefertigt wird, für jede 100 Zoll eine Länge von 101 bis 103 Zoll zugetheilt werden. Die Gröfse des Schwindmaafses ist für jedes Roheisen durch einen besondern Versuch auszumitteln, wenn es darauf ankommt, dieselbe genau zu kennen. Im mittlern Durchschnitt läfst sich für ein gutes graues Roheisen ein Schwindmaafs von $1\frac{1}{2}$ Procent annehmen, indessen schwindet manches Roheisen ungleich weniger und anderes wieder etwas mehr.

Jedoch ist das Schwindmaafs nicht blos von der Beschaffenheit des Roheisens allein, sondern auch von dem Hitzgrad abhängig, in welchem es sich im flüssigen Zustande befindet. Ein und dasselbe Roheisen mufs mehr oder weniger schwinden, je nachdem es mehr oder weniger über dem eigentlichen Schmelzpunkt erhitzt war. Deshalb schwindet unter möglichen gleichen Umständen das bei heifsem Winde erblasene Roheisen etwa um $\frac{1}{4}$ Proc. mehr, als das bei kaltem Winde dargestellte. Wird das Roheisen in Kupol- oder Flammöfen umgeschmolzen, so kann sich das Schwindmaafs leicht ändern, je nachdem das Eisen beim Umschmelzen eine höhere oder eine niedrigere Temperatur erhält, als es beim Abstechen oder beim Ausschöpfen gehabt hat. Geübte Förmer werden daher zu heifses Roheisen in den Giefskellen bis zur gehörigen Temperatur durch Stehenlassen oder durch Hineinwerfen von kaltem Roheisen abkühlen lassen.

Graues Roheisen verändert sich bei gänzlichem Ausschlufs der Luft und der Kohle durch anhaltendes Glühen nicht. Bei freiem Zutritt der Luft

wird es unter der sich bildenden Glühspandecke immer mürber und unzusammenhängender und löst sich nach und nach ganz in Glühspan auf. Geschmeidigkeit und Weichheit werden durch das Glühen unter der Glühdecke nicht bedeutend vermehrt, wogegen sich aber Festigkeit und der Zusammenhang vermindern und der metallische Glanz sich immer mehr verliert. Durch lange anhaltendes Glühen wird die Masse immer poröser und weniger zusammenhängend, und dieser Erfolg läfst sich auch nicht durch lockere Decken, die den Luftzutritt nicht vollständig abhalten können, sogar nicht einmal durch lockere Hüllen von Kohlenstaub verhindern. Der Erfolg des anhaltenden Glühens beim Luftzutritt besteht also darin, dafs das Eisen zuerst porös und mürbe wird, seinen Zusammenhang und sein metallisches Ansehn immer mehr verliert, und sich zuletzt völlig in Glühspan verwandelt.

Wird das graue Roheisen in sehr starker Hitze anhaltend zwischen Kohlenstaub im Tiegel geglüht, so dafs kein Luftzutritt stattfinden kann, so bleibt nur dasjenige graue Roheisen unverändert, welches, bei leichtflüssigen Beschickungen und bei nicht zu gaarem Ofengange erblasen, einen grofsen Kohlegehalt besitzt. Das graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei sehr strengflüssigen Beschickungen und bei einem überaus gaaren Gange des Ofens erblasen, welches oft eine viel dunklere, fast schwarze Farbe besitzt, wie das Roheisen mit grofsem Kohlegehalt, vermehrt durch anhaltendes Glühen mit Kohlenstaub sein Gewicht um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Procent, ohne übrigens in seinen Eigenschaften auf eine bemerkbare Art verändert zu werden.

Wendet man statt des Kohlenstaubes andere Decken an, die den Luftzutritt zwar vollständig abhalten, aber nicht ohne Einwirkung auf das Eisen sind, z. B. Asche, kohlensaure Kalkerde, Blutsteinpulver: so verändert sich das graue Roheisen fast in ähnlicher Art, als beim Glühen mit schwachem Luftzutritt. Es wird nämlich porös und zuletzt so mürbe, dafs es seinen Zusammenhang verliert.

In der Schmelzhitze zeigt alles graue Roheisen die Eigenschaft, fast plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand überzugehen. Dieser Uebergang erfolgt um so später, aber auch um so plötzlicher, je weniger Kohle das graue Roheisen enthält. Wird von dem geschmolzenen Eisen aller Luftzutritt abgehalten und kann auch keine Kohle hinzutreten, so bleibt es unverändert. Erfolgte die Schmelzung im Tiegel, unter einer starken Decke von Kohlenstaub, so nimmt das graue Roheisen, wenn es nicht zu kurze Zeit mit der Kohle in Berührung bleibt, noch mehr Kohle auf, und vermehrt sein Gewicht um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Procent; jedoch findet dies nur bei grauem Roheisen mit geringem Kohlegehalt statt. — Wendet man, statt des Kohlenstaubes, eine Decke von feuerbeständigen kohlensauren Neutralsalzen, oder von Kreide, oder von kohlensaurer Bittererde an, so bildet sich voll-

kommen geschmeidiges und dehnbares stahlartiges Eisen. Es mufs daher die Hitze immer mehr verstärkt werden, um die stets strengflüssiger werdende Masse im flüssigen Zustande zu erhalten. Ganz frei von Kohle kann das Roheisen aber durch diefs lange fortgesetzte Schmelzen mit kohlensauren Verbindungen nicht dargestellt werden. Calcium nimmt das Eisen dabei nicht auf, auch nicht die Metalle der Alkalien, zum Beweise, dafs die Verminderung des Kohlegehalts im Roheisen vorzüglich auf die Weise geschieht, dafs die Kohlensäure in den kohlensauren Verbindungen sich mit der Kohle im Roheisen zu Kohlenoxydgas vereinigt.

Findet zu dem geschmolzenen grauen Roheisen ein Luftzutritt statt, so bildet sich augenblicklich Glühspan, der das flüssige Eisen als eine Schlackendecke überzieht. Die gänzliche Verschlackung des Eisens erfolgt schneller, wenn die sich bildende Glühspandecke immer wieder abgenommen wird. Entfernt man diese Decke aber nicht, so wird die Verschlackung sehr verzögert, und das flüssige Roheisen kann sehr lange unter der Schlackendecke stehen bleiben, ehe es gänzlich verschlackt wird. Es verliert dabei an Kohle, wird daher immer strengflüssiger und bekommt eine stahlartige Beschaffenheit. Dabei entsteht ein grofser Eisenverlust durch Verschlackung, so dafs im Grofsen von dieser Umwandlung des Roheisens in Stahl kein Gebrauch gemacht werden könnte.

Wird das schnell eingeschmolzene, oder unter einer Schlackendecke in Flufs erhaltene graue Roheisen langsam zur Erstarrung gebracht, so behält es alle Eigenschaften die es vor dem Schmelzen hatte, und gewinnt sogar an Weichheit und Geschmeidigkeit, wenn es einer sehr starken Schmelzhitze ausgesetzt gewesen war und sehr langsam erstarrte. Wird die Erstarrung aber dadurch beschleunigt, dafs man das geschmolzene Eisen in Formen aus feuchtem Sand oder aus Eisen leitet und es mit Wasser begiefst, so verändert es alle seine Eigenschaften, und wird aus einem grauen, weichen und halbgeschmeidigen ein weifser, harter und spröder Körper; oder das graue ändert sich in das demselben entsprechende weifse Roheisen um. Diese Umänderung erfolgt sehr leicht und vollständig bei demjenigen grauen Roheisen, welches einen grofsen Kohlegehalt besitzt, weniger dagegen bei dem mit geringem Kohlegehalt. Man ändert auf diese Weise graues in weifses Roheisen (Weifseisen) um; man leitet jenes flüssig in eine Grube oder einen Heerd und nimmt es aus derselben durch starkes Begiefsen mit kaltem Wasser scheibenweis heraus. Diese in Süddeutschland Blattln oder Plattln genannten Scheiben sind weifses Roheisen, jedoch mit demselben Kohlegehalt wie das graue, aus welchem es entstanden ist.

Das dunkle, oft schwarzgefärbte Roheisen, welches bei sehr strengflüssigen Beschickungen und bei einem sehr gaaren Gange des Hohofens ent-

standen ist, ändert sich nur schwer in weifses Roheisen um, und behält nicht allein die graue Farbe, sondern auch einen höhern Grad von Weichheit, als dem weifsen Roheisen zukommt, wenn es nicht ganz plötzlich und auf eine sehr vollständige Weise abgekühlt wird, indem man es in feinen Strömen in fliefsendes kaltes Wasser leitet. Je mehr aber der Kohlegehalt des grauen Roheisens steigt, desto leichter erfolgt die Umänderung in weifses, welches man nicht selten bei der Anfertigung der Gufswaaren erfährt, indem die die Form zunächst berührenden Ränder der Gufsstücke weifs und spröde werden. Ein solches Weifswerden oder Abschrecken des grauen Roheisens in der Form entsteht bei einem und demselben Roheisen aus einleuchtenden Gründen um so eher, je kälter oder feuchter die Formmasse und je dünner das darzustellende Gufsstück ist. Aus dem Verhalten des flüssigen grauen Roheisens: sich durch plötzliches Erstarren in weifses umzuändern, läfst sich auch die Erscheinung erklären, warum ein in einer kalten Form gegossener Eisenstab an den Rändern der Bruchflächen aus weifsem und in der Mitte aus grauem Roheisen bestehen kann. Beide Eisenarten verlaufen sich allmählig in einander, und so verschieden auch ihr äufseres Ansehn und ihr physikalisches Verhalten ist, so wenig ist diese Verschiedenheit in der Quantität des Kohlegehalts begründet, die in dem grauen Kern weder gröfser noch geringer ist, als in dem weifsen Rande. Wenn graues Roheisen mit grofsem Kohlegehalt in eine sehr dicke offene Form geleitet und aus derselben, fast unmittelbar nach dem Erstarren, herausgehoben und in fliefsendes kaltes Wasser geworfen wird, so zeigt sich beim Zerreifsen, nach dem vollständigen Erkalten, die auffallende Erscheinung, dafs die Ränder aus grauem Roheisen bestehen, der Kern dagegen aus weifsem Roheisen gebildet ist. Diefs kann nur darin seinen Grund haben, dafs sich das Roheisen im Innern der Masse fast noch in einem flüssigen Zustande befand, wenn das Gufsstück in kaltes Wasser geworfen und dadurch die Erstarrung plötzlich herbeigeführt wurde.

Weifses Roheisen scheint als Spiegeleisen bei gänzlichem Ausschlufs der Luft, durch anhaltendes Glühen in schwacher Weifsglühhitze, gar keine Veränderung zu erleiden. Dagegen verändert dadurch das weifse Roheisen mit geringerem Kohlegehalt nach und nach seine Farbe und verliert in demselben Verhältnifs als es sich mehr grau und endlich schwarz färbt, an Sprödigkeit und Härte. Unmittelbarer Luftzutritt veranlafst durch die Bildung des Glühspans sehr leicht eine vollständige Zerstörung des Eisens. Unter der Glühspandecke zeigt das Eisen eine grofse Veränderung, indem es dunkelgrau, weich und geschmeidig, kurz ein stahlartiges Produkt geworden ist. Es hat einen Theil seines Kohlegehalts verloren, ohne mürbe und porös geworden zu sein, wie unter gleichen Umständen das graue Roheisen. Die

Entstehung des Glühspans wird bei diesem Glühen verhindert, wenn man den unmittelbaren Luftzutritt vermeidet und das Roheisen mit lockern Körpern, selbst mit Kohlenstaub umgiebt, oder noch besser, wenn man es mit Asche, Kreide oder gepulvertem Blutstein anhaltend in ganz verschlossenen Gefäfsen glühen läfst. Man macht von diesem Verfahren beim Adouciren der Gufswaaren mit gutem Erfolg Gebrauch, indem man dadurch dem Roheisen die Härte und Sprödigkeit entzieht. Um demselben einen Theil seines Kohlengehaltes zu entziehen, glüht oder bratet man das weifse Roheisen, indem man es auf Heerden, oder in besondern Räumen, unter Zutritt der Luft mit Kohlen umgiebt. Luftzutritt ist dabei Bedingung, denn ohne dieselbe dauert der Prozefs sehr lange und es wird die Quantität der Kohle nicht vermindert.

Wird das weifse Roheisen anhaltend in Tiegeln, unter einer Decke von Kohlenstaub, bei gänzlichem Ausschlufs der Luft geglüht, so erleidet das Spiegeleisen, wie es scheint, gar keine Veränderung, wogegen sich die andern weifsen Roheisenarten in graue, weiche und geschmeidige Metallmassen umändern, gerade so wie bei dem Glühen des weifsen Roheisens ohne Luftzutritt. Nur findet dabei der Unterschied statt, dafs einige weifse Roheisenarten, nämlich die mit geringem Kohlegehalt, ihr Gewicht um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Proc. vergröfsern. Dazu ist jedoch ein sehr lange anhaltendes Glühen erforderlich.

Wenn die Hitze bis zum Schmelzen des weifsen Roheisens gesteigert wird, so ist der Uebergang aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand nicht so plötzlich, wie bei dem grauen Roheisen, sondern das weifse erweicht sich zuerst zu einer teigartigen Masse und wird erst bei einer noch stärkeren Erhitzung ganz flüssig. Findet dabei ein Luftzutritt statt, so tritt der vorhin beim Glühen beschriebene Erfolg noch schneller ein. Der Kohlegehalt des Roheisens vermindert sich schneller als durch blofses Glühen und das weifse Roheisen geht aus dem stahlartigen zuletzt in den Zustand des reinen Eisens über, ohne dafs dabei der grofse Eisenverlust statt findet, welcher sich bei der Einwirkung der Luft auf das tropfbar flüssige Roheisen niemals vermeiden läfst. Das weifse Roheisen ist also hierin sehr verschieden von dem grauen, indem letzteres vor dem Schmelzen, in der erhöhten Temperatur niemals in einen teigartig weichen Zustand übergeht. Aber auch bei den weifsen Roheisenarten findet eine grofse Verschiedenheit statt. Je mehr Kohle das Roheisen enthält, desto schneller wird es tropfbar flüssig. Das Spiegeleisen, oder auch das aus dem sehr viel Kohle enthaltenden grauen Roheisen durch plötzliches Erstarren gebildete weifse Roheisen, sind daher ungleich weniger geeignet, ihren Kohlegehalt durch Glühen in der beginnenden Schmelzhitze zu verlieren, als das weifse Roheisen mit einem geringern Kohlegehalt.

Ist das weifse Roheisen wirklich tropfbar flüssig geworden, so verhält es sich bei Luftzutritt eben so wie das graue. Aber auch in dem Erfolge

des schnellern oder langsamern Erstarrens des geschmolzenen Roheisens ändert sich durchaus nichts, indem es blos von den Umständen der Erstarrung abhängt, ob das erkaltete Roheisen ein graues, weiches und geschmeidiges, oder ein weifses, hartes und sprödes Metall werden wird. Je gröfser übrigens der Kohlegehalt des weifsen Roheisens ist, desto nothwendiger ist es, die Erstarrung möglichst zu verzögern, um ein ganz graues Roheisen darzustellen. Das weifse Roheisen mit dem geringsten Kohlegehalt, die sogen. luckigen Flossen, erfordert an sich schon eine sehr hohe Temperatur, um tropfbar flüssig zu werden. Wenn dieselbe aber erreicht ist, so wird man bei verzögerter und möglichst langsamer Erstarrung aus jedem weifsen stets ein graues Roheisen erhalten. Es ist eine auffallende und kaum zu erklärende Erscheinung, dafs die Umänderung des weifsen Roheisens in graues, um so leichter und vollständiger erfolgt, je höher der Hitzgrad war, der zum Schmelzen des weifsen Roheisens angewendet wurde. Umgekehrt erfolgt die Veränderung des grauen Roheisens in weifses durch blofses Beschleunigen des Erstarrens am vollständigsten dann, wenn das graue Roheisen keinem höhern Hitzgrade ausgesetzt wird, als gerade zur Schmelzung desselben erforderlich ist. Für die Praxis ergiebt sich daraus die Folgerung, dafs das zu Gufswaaren anzuwendende Roheisen stets in möglichst starker Hitze umgeschmolzen werden mufs.

Eisen und Sauerstoff.

In der gewöhnlichen Temperatur hat die trockne Luft keinen Einflufs auf das Eisen; aber schon vor dem Rothglühen tritt die Verbindung des Eisens mit Sauerstoff ein, indem die Anlauffarben ohne Zweifel auf diese Weise entstehen, die jedoch nur wie ein Hauch auf der Oberfläche des Eisens verbreitet sind und nicht chemisch untersucht werden können. Tritt aber die Luft zu dem glühenden Eisen, so entsteht, wie schon bemerkt, der Hammerschlag, der eine Verbindung des Eisens mit Sauerstoff ist, die aber ein Gemenge verschiedener Oxydationsstufen zu sein scheint.

Die bis dahin bekannte niedrigste Oxydationsstufe des Eisens, das Eisenoxydul, ist bis jetzt noch nie frei vorgekommen und läfst sich nur künstlich darstellen. Ziemlich rein erhält man es, wenn man regulinisches Eisen, in glühenden Röhren eingeschlossen, durch Wasserdämpfe zersetzt, oder (und dann ist es völlig rein von Oxyd) durch Reduktion des rothen Eisenoxyds mittelst des Wasserstoffgases, in einem Hitzgrade, welcher die Rothglühhitze noch nicht erreicht. Das Oxydul besitzt eine dunkel schwarzblaue, bei auffallendem Licht fast völlig schwarze Farbe; Glas wird durch dasselbe blau gefärbt; in freier Luft entzündet es sich in gewöhnlicher Temperatur sehr leicht

und verwandelt sich dabei wieder in rothes Oxyd. Es verbinden sich in dieser Oxydationsstufe 100 Th. Eisen mit 29,47 Th. Sauerstoff, oder sie besteht aus 77,23 oder 1 Atom Eisen und 22,77 oder 1 Atom Sauerstoff.

Der schon mehrfach erwähnte Glühspan ist nach Berthier ein eigenthümliches, aus 3 Atomen oder 74,6 Eisen und 7 Atomen oder 25,4 Sauerstoff zusammengesetztes Oxyd, oder ein Gemisch von 2 At. Eisenoxydul mit 1 At. Eisenoxyd anzusehen. — Mosander sucht dagegen zu erweisen, dafs der Glühspan aus zwei über einander liegenden parallelen Schichten besteht, von denen die äufsere mehr Sauerstoff enthält als die innere, dem regulinischen Eisen zugekehrte, indem er in beiden in dem Verhältnifs zunimmt, als das Eisen der Glühhitze unter Luftzutritt längere Zeit ausgesetzt bleibt und die Glühspanrinde dicker wird. Es folgt hieraus, dafs die Dicke der Glühspanrinde einen wesentlichen Einflufs auf ihre Zusammensetzung hat. — In der Natur ist der Glühspan nie angetroffen. Er bleibt in der stärksten Glühhitze ganz unverändert und sintert nur zu einer porösen, emailartigen Masse zusammen. Im Thontiegel geschmolzen, oder auf andere Weise mit Kieselerde in Berührung kommend, wird er leichter flüssig und bildet eine mehr oder weniger vollständig verglaste schwarze Masse, die sog. Hammer-, Frisch- oder Eisenschlacke, welche nur ein kieselerdhaltiger Glühspan ist und sich schwerer als dieser reduciren läfst.

Wird der Glühspan aber, unter fortdauerndem Luftzutritt, in einer anhaltenden Glühhitze lange erhalten und dabei oft umgerührt, so verwandelt er sich nach und nach in ein dunkel- und hell- und endlich in ein bräunlichrothes Pulver, in das Eisenoxyd (vollkomm. Eisenkalk), in welchem das Eisen mit der gröfsten Menge Sauerstoff verbunden ist, die es aufnehmen kann, so dafs 100 Th. Eisen 44,25 Sauerstoff aufnehmen, oder das Eisenoxyd aus 69,34 Th. oder 2 At. Eisen und 30,66 Th. oder 3 At. Sauerstoff besteht. — Das Eisenoxyd kommt, wie wir weiter unten näher zeigen werden, in der Natur als Eisenerz vor, bleibt in der Glühhitze unverändert, verbindet sich leicht mit der Kieselerde und bildet mit derselben Schlacken und Gläser, welche letztere es gelb färbt. Dem Magnete folgt es nicht, dagegen ist diefs mit allen niedrigern Oxydationsstufen der Fall.

Wir bemerkten schon weiter oben, dafs das Eisenoxyd durch Wasserstoffgas schon in einer sehr niedrigen Temperatur zu Oxydul reducirt wird. Steigert man die Hitze bis zu 400° C., d. h. etwas über die Temperatur des siedenden Quecksilbers, so entsteht regulinisches Eisen, welches nach dem Erkalten an der Luft verbrennt und diese entzündliche Eigenschaft nur dann verliert, wenn es, ehe es mit der Atmosphäre in Berührung kommt, in kohlensaures Gas gebracht wird. — Auch durch Kohlenoxydgas kann Eisenoxyd reducirt werden.

Eisen und Wasser.

Vollkommen reines Wasser wirkt erst dann auf das Eisen, wenn diefs in der Glühhitze befindlich ist, indem es sich alsdann sofort mit Glühspan überzieht. Durch langes Verweilen im Wasser wird es langsam oxydirt und erhält einen leichten, aus Eisenoxyd und Wasser bestehenden, gelblichen Ueberzug, den sogen. Rost; jedoch auch hierzu scheint der freie Zutritt der atmosphärischen Luft erforderlich zu sein, und man nimmt an, dafs alsdann die Kohlensäure in derselben das Rosten veranlasse, indem das Eisen in kohlensäurehaltigem Wasser sehr schnell und unter sichtbarer Entwickelung von Wasserstoffgas zersetzt wird. — Auch durch geringe Mengen von schwefel-, salz- und salpetersauren Salzen, die im Wasser aufgelöst sind, wird das Oxydationsvermögen des Wassers sehr erhöhet, wogegen sich daselbe fast gar nicht äufsert, wenn es Alkali oder etwas Aetzkalk enthält. Bis zur höchsten Oxydationsstufe kann aber Eisen durch Wasser nicht gebracht werden.

Begiefst man Eisen oft mit frischem Wasser, so geht die schwarze Farbe des Eisenkalks endlich in eine röthlichbraune über, oder das Eisen wird vollkommen oxydirt. Glüht man das Oxyd alsdann aus, so erhält man 85,3 Procent rothes Oxyd und den Verlust von 14,7 Procent reines Wasser, und die Verbindung ist Eisenoxydhydrat, in welchem der Sauerstoffgehalt des Wassers die Hälfte von dem des Oxyds beträgt. Man erhält dieselbe Verbindung, wenn eine Auflösung von Eisenoxyd in Säuren durch vollkommen kaustisches Ammoniak gefällt und der Niederschlag einige Zeit mit Ammoniak digerirt wird. In der Natur kommen die Eisenoxydhydrate in manchen Eisenerzen unter sehr verschiedenen Verhältnissen vor.

Einwirkung der feuchten Luft auf das Eisen.

Auch die trockne Luft wirkt in der gewöhnlichen Temperatur und bis zu der, in welcher das Eisen gelb anläuft, nicht auf dasselbe, wogegen es in feuchter Luft mit einem gelben Ueberzug, dem Rost, bedeckt wird. Er ist eine Folge der vereinigten Einwirkung von Luft und Wasser, allein die Meinungen über seine Natur sind noch verschieden. v. Bonsdorff hat bewiesen, dafs das Rosten des Eisens nicht von der Feuchtigkeit der Luft herrührt, sondern in Folge oxydirter Punkte an Rissen und Unebenheiten in der Masse des Eisens, welche, vermöge einer Aeufserung der Contact-Elektricität, durch wechselseitige Einwirkung des Metalls und des Oxyds, als elektro-negativ, Wasserdünste aus der Luft niederschlagen und die Bildung des Oxydhydrats befördern; dafs aufserdem verschiedene, in der Luft zufällig entwickelte gasförmige Körper, z. B. Schwefelwasserstoffgas, flüssige Säuren, besonders Es-

sigsäure, nebst mehreren andern Stoffen, unter Mitwirkung der Wasserdämpfe in der Luft, das Rosten des Eisens hervorbringen.

Weifses Roheisen mit Spiegelflächen ist dem Rosten fast gar nicht, alles andere weifse Roheisen aber dieser Oberflächen-Veränderung weniger unterworfen als Stahl und graues Roheisen. Stabeisen, besonders rothbrüchiges, rostet am schnellsten, kaltbrüchiges am wenigsten und langsamsten. Die besten Verwahrungsmittel gegen den Rost sind reine trockne Luft und gute Politur der Oberfläche, poröse Stellen, Gruben und Aschenflecke geben die erste Veranlassung zum Rosten. Polirte Eisenwaaren schützt man durch Ueberzüge von gereinigtem Baumöl, Nufsöl, Buchenöl, aus einer Mischung von $\frac{1}{5}$ fettem Oelfirnifs mit $\frac{4}{5}$ rectificirtem Terpentinöl, oder aus in Terpentinöl aufgelöstem Kautschuck, endlich aus Kopal- und Bernsteinfirnifs. — Sollen die gegen den Rost zu schützenden Eisen- und Stahlwaaren ihre natürliche Eisenfarbe behalten, so überzieht man sie mit Lack oder Firnifs, oder die gröbern mit Theer, und läfst diese Ueberzüge in mäfsiger Wärme eintrocknen oder abbrennen. — Einen Schutz gegen den Rost gewährt ferner auch das Blauanlaufen der eisernen und stählernen Gegenstände, oder dafs man sie brunirt oder braunbeizt. Ihre Oberfläche wird zu dem Ende mit Säuren oder auch mit salz- oder salpetersaurem Eisenoxyd bestrichen, worauf man den dadurch entstehenden Rost zum Vorschein kommen läfst, dann die Fläche mit Baumöl überstreicht und sie so lange mit einem Lappen abreibt, bis sie nicht mehr färbt.

Eisen und Kohle.

Wird Stabeisen im heftigsten Feuer, ohne alle Zusätze und blos, um es gegen die Lufteinwirkung zu schützen, mit einer glasartigen Substanz bedeckt, so behält es auch nach dem Erkalten seine vorigen Eigenschaften. Durch einen Zusatz von Kohle kommt es ungleich früher zum Schmelzen, aber die geschmolzene Masse hat nun nicht mehr die Eigenschaften des Stabeisens, sondern die des Stahls oder des Roheisens; ja diese Umwandlung erfolgt schon, wenn das Stabeisen nur mit Kohle geglüht wird, worauf sich die Stahl-Cementation, ein schon sehr alter metallurgischer Prozefs, gründet. Dafs das Stabeisen durch Annahme von Kohle in Stahl umgeändert werde, beweist der Versuch, dafs dieselbe dann erfolgt, wenn man das ölbildende Gas, welches sich bei der Zersetzung fettartiger Substanzen in der Glühhitze entwickelt, durch ein glühend erhaltenes Gefäfs leitet, in welchem sich das umzuändernde Stabeisen befindet.

Zur genauern Beurtheilung des Einflusses der Kohle auf das Eisen müssen wir durchaus den Körper näher kennen lernen, der unter gewissen Um-

ständen bei der Erzeugung des sehr grauen Roheisens gebildet wird, und den der Eisenhüttenmann unter dem Namen Gaar- oder Eisenschaum kennt, der aber auch mit dem natürlichen Graphit vollkommen übereinstimmt und deshalb gröfstentheils ebenso benannt wird. Er ist unschmelzbar, wird in der gewöhnlichen Temperatur von Säuren und Alkalien eben so wenig als von irgend einem andern Körper angegriffen; in erhöhter Temperatur äufsert er aber gegen mehrere Säuren und Salze seine kohlenartige Natur und verbrennt auch, wenn er unter Luftzutritt stark und anhaltend geglüht wird, ohne Rauch und Flamme. Herr Karsten hat auf eine überzeugende Weise dargethan, dafs der natürliche Graphit, abgesehen von seinen mechanischen Beimengungen, ganz reine Kohle ist, und dafs der sich aus dem grauen Roheisen ausscheidende künstliche Graphit als vollkommen reines Kohlenmetall betrachtet werden mufs.

Da sich nur in dem grauen Roheisen Graphit auffinden läfst, da sich ferner das graue Roheisen durch plötzliches Abkühlen beim Erstarren in weifses, und dieses wieder durch Schmelzen in einer sehr starken Hitze, und durch darauf folgendes sehr langsames Erstarren, in graues umändern läfst: so folgt schon daraus, dafs die Menge der Kohle allein den Unterschied der verschiedenen Verbindungen des Eisens mit der Kohle nicht begründet, sondern dafs auch auf den Zustand der Verbindung Rücksicht genommen werden mufs. — Im weifsen Roheisen, in so fern demselben nicht kleine Quantitäten von grauem beigemengt sind, findet man niemals eine Spur von Graphit auf, wogegen das graue Roheisen, im vollkommensten Zustande, ungleich weniger Kohle, die durch das Verfahren beim Analysiren eine Zersetzung erleidet, aber immer mehr oder weniger Graphit enthält. Stahl giebt nur Kohle und keinen Graphit; das Stabeisen endlich enthält nur wenig oder, ganz rein, gar keine Kohle.

Der Unterschied zwischen einem Graphit- und Kohlegehalt ist unwesentlich, indem jener reine Kohle im metallischen Zustande ist. Auch besteht der ganze Unterschied eigentlich nur darin, dafs der Kohlegehalt des Eisens beim Auflösen desselben in Säuren, theils in metallischer und unzersetzter Gestalt, nämlich als Graphit, theils in schon zersetztem Zustande erhalten wird. Jedoch deuten diese verschiedenen Zustände der Kohle offenbar darauf hin, dafs sie in den verschiedenen Eisenarten wirklich in einem ganz verschiedenen Zustande der Verbindung mit dem Eisen sich befinden müsse.

Die Verbindung der Kohle mit Eisen erreicht ihr Maximum, über welches hinaus keine Kohle mehr aufgenommen wird, wenn sich das Eisen mit 5,25 bis 5,75 Procent Kohle verbunden hat. Sie wird nur bei dem vollkommensten Spiegelroheisen getroffen. Von diesem Gehalt abwärts enthält das weifse Roheisen sehr veränderliche Kohlenmengen. Bei $4\frac{1}{2}$ Procent ist die

Abnahme des blättrigen Gefüges noch nicht merklich, bei einer gröſseren Verminderung aber geht der Bruch aus dem blättrigen, strahligen und dichten in einen körnigen über; die weiſse Farbe nimmt in demselben Maaſs ab, als das körnige Gefüge mehr hervortritt, und macht einer grauen Platz, die mit der fortgehenden Verminderung des Kohlegehalts demnächst wieder lichter und lichter wird, je nachdem sich das Eisen durch die unendlich vielen und kaum bemerklichen Uebergänge mehr dem stahlartigen Roheisen, dem roheisenartigen, dem weichen oder eisenartigen Stahl, oder endlich dem stahlartigen Eisen nähert. Die sogen. luckigen Flossen enthalten noch 3½ Procent Kohle und verhalten sich schon wie sehr harter (nicht gehärteter) Stahl.

Verschiedene Guſs- und Rohstahlarten zeigten einen Kohlegehalt von 0,9 bis 1,9 Procent und im Cementstahl fand man nie mehr als 1,75 Procent. — Stabeisen soll eigentlich gar keine Kohle enthalten, allein man findet doch in einigem 0,8 Proc. und dieſs nähert sich dem weichen Stahl; alles feste, harte und vorzüglich gute Stabeisen pflegt nicht unter 0,1 Proc. Kohle zu enthalten und selbst in dem weichsten findet man noch 0,02 Kohle. Im verbrannten Eisen kommt dagegen nie eine Spur vor.

Der Graphitgehalt des grauen Roheisens wechselt von 2,57 bis 3,75 Procent; allein es enthält auſserdem noch Kohle, die sich nur im zersetzten Zustande darstellen läſst, und zwar in verschiedenen Arten abwechselnd von 3,15 bis 4,65 Procent. Folglich enthält das graue Roheisen weniger Kohle als das Spiegel- und als die mehrsten Arten des weiſsen Roheisens. Es wird dadurch abermals einleuchtend, daſs der Kohlegehalt allein die Verschiedenheit des grauen und des weiſsen Roheisens nicht begründen kann, sondern daſs diese Verschiedenheit vorzüglich dem Zustande, in welchem die Kohle mit dem Eisen verbunden ist, zugeschrieben werden muſs.

Der schnelle Uebergang des grauen Roheisens in weiſses, bei plötzlicher Erstarrung, wodurch es möglich wird, das graue, weiche und körnige Roheisen in eine silberweiſse, harte und spröde Masse mit blättriger Textur zu verwandeln, so wie die Unmöglichkeit, das weiſse Roheisen anders als durch sehr starke Schmelzhitze und durch sehr langsames Erstarren in graues umzuändern, — diese Erscheinungen beweisen es mit groſser Ueberzeugung, daſs sich der Graphit nur in der höchsten Temperatur bilden und, schon gebildet, nur bei einer langsamen Abkühlung bestehen kann. Geschieht die Abkühlung der flüssigen Masse zu plötzlich, so hört alle Graphitbildung auf, und die Kohle, statt sich zu isoliren und sich bei einem sehr langsamen Erstarren von dem Eisen zu trennen, daſs beide nur noch als Gemenge und kaum noch als Gemische zu betrachten sind, geht nun eine innigere und allgemeine Verbindung mit allem vorhandenen Eisen ein und verwandelt sich dadurch in weiſses Roheisen. Erfolgt dle Erstarrung aber sehr langsam, so kann die

Ausscheidung der metallischen Kohle mehr oder weniger vollständig erfolgen, so dafs sich graues oder halbirtes Roheisen bildet. Die Quantität der Kohle bleibt ganz unverändert. Das graue Roheisen ist daher nach dem Obigen ein Gemenge von stahlartigem Eisen mit Graphit; das anhaltend geglühte und dadurch grau und weich gewordene weifse Roheisen, wird ein Gemisch von stahlartigem Eisen mit einer eigenthümlichen Verbindung des Eisens mit vieler Kohle sein müssen; der geglühte Stahl stellt ebenfalls solche Verbindungen dar, aber das weifse Roheisen und der gehärtete Stahl werden als Verbindungen von Kohle mit Eisen anzusehen sein, welche zwar in sehr verschiedenen Verhältnissen des Kohlengehalts, aber stets in gleichartiger Vereinigung mit einander bestehen. — Die Verbindung des Eisens mit der Kohle, deren genauere Kenntnifs wir Herrn Karsten verdanken, ist von der höchsten Wichtigkeit für die verschiedenartigsten Anwendungen, welche von dem Eisen gemacht werden; denn durch die Quantität und durch die Art der Verbindung der Kohle mit dem Eisen wird dies Metall in seinen drei verschiedenen Zuständen, als Stabeisen, als Stahl und als Roheisen erhalten, und von der richtigen Erkenntnifs dieser Verbindungen hängt die Erklärung aller Erscheinungen ab, welche bei der Erzeugung und Verarbeitung des Eisens vorkommen.

Eisen und Schwefel.

Die Verbindungen des Eisens mit Schwefel sind stets sehr unwillkommene Begleiter der Eisenerze, weil sich bei deren Röstung und Verschmelzung der Schwefel niemals vollständig entfernen läfst. Eine starke Vermengung mit Schwefeleisen kann die Erze daher ganz untauglich machen. Die Wirkung des Schwefels auf das Eisen ist so grofs, dafs selbst ein durch die Analyse kaum auffindbarer Gehalt von dieser Substanz das Eisen rothbrüchig macht. Obwohl nun ein sehr geringer Grad des Rothbruchs zwar nicht sehr nachtheilig ist, weil dabei das Eisen weich und fest sein kann, so wird es dagegen bei höhern Graden zu jeder Verarbeitung untauglich und unbrauchbar. Welches das Minimum des Schwefelgehaltes ist, bei welchem dem Eisen die nachtheiligen Eigenschaften des Rothbruchs noch nicht in einem bemerkbaren Grade mitgetheilt werden, läfst sich jetzt noch nicht bestimmen; allein ein Stabeisen, welches in der Weifsglühhitze zwar noch etwas unter dem Hammer zusammenhielt, bei eintretendem Rothglühen aber so viele und so tief in die Eisenmasse eindringende Kantenbrüche bekam, dafs es nicht möglich war es völlig auszuschmieden, enthielt in 100,000 Theilen nur 34 Th. Schwefel, und ein anderes, übrigens festes und gutes Stabeisen, welches in 100,000 Th. nur 10 Th. Schwefel enthielt, zeigte verminderte Schweifsbar-

keit und Kantenrisse. — Man will gefunden haben, dafs Eisen, welches der Flamme von Steinkohlen, die mit vielem Schwefelkies verunreinigt waren, lange ausgesetzt wird, Schwefel aufnimmt und dadurch brüchig und leichter schmelzbar werden soll.

Wie der Schwefel die Verbindung des Eisens mit der Kohle, und umgekehrt, wie letztere die Verbindung des Eisens mit dem Schwefel modificirt, ist noch nicht genau ermittelt worden. Durch einen grofsen Schwefelgehalt werden die charakteristischen Wirkungen der Kohle auf das Eisen ganz aufgehoben; wenigstens hat man bis jetzt noch keine Verschiedenheit in dem Verhalten des Stabeisens, des Stahls, des grauen und des weifsen Roheisens in der Verbindung mit vielem Schwefel auffinden können, obgleich zweifelsohne ein solcher existirt. — Enthält das Roheisen so wenig Schwefel, dafs derselbe die charakteristischen Wirkungen der Kohle auf das Eisen nicht aufzuheben im Stande ist, so bewirkt er eine gröfsere Schmelzbarkeit, welche sich beim Stabeisen und Stahl dadurch äufsert, dafs beide in einer niedrigern Temperatur Schweifshitze annehmen, als es bei reinem Eisen und Stahl der Fall ist. Bei dem Roheisen äufsert sich die Wirkung des Schwefels noch auffallender durch den schnellern und hitzigern Flufs des Roheisens, und durch den schnellen Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand. Es hält daher schwer, aus schwefel- oder schwefelsäurehaltigen Eisenerzen graues Roheisen darzustellen. Nur ein geringer Schwefelgehalt scheint erforderlich zu sein, um das Roheisen dickflüssig zu machen, und diese Dickflüssigkeit ist wahrscheinlich auch die Ursache, warum das schwefelhaltige Roheisen beim Erstarren viel Höhlungen erhält. — Glühendes, selbst 1 Zoll dickes Eisen läfst sich vermittelst einer Schwefelstange, welche auf das weifsglühende Eisen senkrecht gehalten wird, durchbohren. Zwar fallen die Löcher ziemlich rein und scharf aus, indefs läfst es sich doch nicht vermeiden, dafs sich die Wirkung des abtropfenden Schwefels, auf beiden Flächen des Eisens, nicht auch rund um das durchgebohrte Loch erstreckt, wodurch die Arbeit ein schlechtes Ansehen erlangt.

Eisen und Phosphor.

Phosphoreisen ist bisjetzt in der Natur noch nicht gefunden worden; aber die künstlichen Verbindungen des Phosphors mit dem Eisen entstehen, zum Nachtheil für den Hüttenmann, durch das Schmelzen der Phorphorsäure enthaltenden Eisenerze. Die Asche der als Brennmaterial angewendeten Kohlen und sehr viele Eisenerze enthalten Beimengungen von phosphorsauren Eisenverbindungen, welche beim Verschmelzen zu Phosphoreisen reducirt werden und sich dann mit dem übrigen Eisen verbinden. Daher wird der Phosphor

in allem Eisen, und zwar in verschiedenen Verhältnissen angetroffen. Phosphorhaltiges Eisen läfst sich gut schweifsen, nimmt auch schneller die Schweifshitze an als jedes andere Eisen, verhält sich in allen Hitzgraden wie gutes, aber sehr weiches Eisen und verbreitet glühend weder einen Dampf, noch einen Geruch; aber nach dem Erkalten zeigt es eine geringe Festigkeit und ist kaltbrüchig. Zwar kann der Kaltbruch auch durch andere Körper veranlafst werden, allein der Phosphor ist unbezweifelt am häufigsten und gewöhnlichsten die Ursache desselben. Wie grofs die Menge des Phosphors im Eisen sein kann, ohne dafs sich der Kaltbruch in einem merklichen Grade äufsert, hat Hr. Karsten ausgemittelt. Er fand, dafs ein Phosphorgehalt von 0,3 Proc. noch keine Verminderung der Festigkeit des Stabeisens hervorbringe, dafs es bei 0,5 Proc. noch eine Schlagprobe aushalte, dafs der Phosphorgehalt bis 0,66 Proc. steigen könne, ohne dafs das Eisen ein eigentlich kaltbrüchiges sei; dafs bei 0,75 Proc. die Abnahme der Festigkeit merklich werde, indem das Eisen alsdann das Biegen und Werfen nicht völlig mehr aushalte; dafs bei 0,8 Proc. viel Bruch dabei entstehe und dafs endlich bei 1 Proc. das Eisen nur zu wenigen Zwecken anwendbar sei. — Hr. Karsten bemerkt ferner, dafs geringe Beimengungen von Phosphor in jedem Stabeisen anzutreffen seien, dafs aber, so lange dieselben nicht 0,5 Proc. betragen, für die Beschaffenheit des Eisens wenig zu fürchten sei.

Der ganze Gehalt der Phosphorsäure in der Erzbeschickung, sei dieselbe nun in Verbindung mit Eisenoxyd oder mit Kalk vorhanden, sammelt sich, nach Karsten, beim Schmelzprozefs als Phosphor im Roheisen an, es wird aber nicht eine Spur davon in die Schlacke gebracht. Man mufs daher Erze mit bedeutender Beimengung von phosphorsauren Oxyden oder solche mit einem ansehnlichen Phosphorsäure-Gehalt, möglichst zu vermeiden suchen. Wird phosphorhaltiges Roheisen unter Zuführung eines starken Windstroms, also im Feineisenfeuer, umgeschmolzen, so verschlackt sich ein grofser Theil des Phosphors und geht in Verbindung mit dem oxydirten Eisen in die Schlacke über.

Eisen und Kohle mit Schwefel.

Wie der Schwefel die Verbindung des Eisens mit der Kohle, und umgekehrt, wie die Kohle die Verbindung des Eisens mit dem Schwefel modificirt, ist noch nicht genau ermittelt. Graues Roheisen, welches schwefel- und kohlehaltig ist, löst sich in verdünnter Schwefelsäure leicht und mit schneller Schwefelwasserstoffgas-Entwickelung auf; weifses Roheisen dagegen nur langsam und die Gasentwickelung findet nur bei der Erhitzung statt. Diefs hat jedoch nur darin seinen Grund, dafs sich weifses Roheisen überhaupt langsamer in Säuren auflöst als graues.

Ein bedeutender Schwefelgehalt hebt die charakteristischen Wirkungen der Kohle auf das Eisen gänzlich auf; denn man hat keine Verschiedenheit des Stabeisens, des Stahls, des grauen und weifsen Roheisens in der Verbindung mit vielem Schwefel auffinden können, sondern das Eisen verhält sich in dieser Verbindung stets nur als Schwefeleisen. Der Schwefel scheint die Kohle auszutreiben und es scheint sich die letztere (nicht mit Schwefel verbunden) abzusondern, weil das mit Schwefel noch nicht gesättigte Eisen, mit welchem sie sich hätte verbinden können, schon mit so viel Kohle vereinigt war, dafs es nicht noch eine neue Quantität aufnehmen konnte

Enthält das mit Kohle verbundene Eisen so wenig Schwefel, dafs er die charakteristischen Wirkungen jener auf dieses nicht aufzuheben vermag, so macht er das Eisen leichtflüssiger, so dafs Stabeisen und Stahl in einer niedrigern Temperatur schweifsen, als es der Fall ist, wenn dieselben keinen Schwefel enthalten. Damit hängt der schnelle Uebergang des rothbrüchigen Eisens aus der Weifsglühhitze in die Rothglühhitze zusammen, welcher die Verbindung der Eisentheile verhindert und auf diese Weise den Rothbruch bewirkt. Schwefelhaltiges Eisen schweifst auch schlecht.

Schwefelhaltiges Roheisen kommt schneller im Flufs und ist hitziger, geht aber auch leichter aus dem flüssigen in den festen Zustand über; bei rother Farbe erscheint es schon ganz dickflüssig. Der Schwefel befördert die allgemeine Verbindung des Eisens mit der Kohle, weshalb es schwer hält, bei der Reduction schwefel- und schwefelsäurehaltiger Erze graues Roheisen darzustellen.

Macht man Eisen, selbst wenn es 1 Zoll dick ist, glühend und hält eine Schwefelstange darauf, so läfst es sich, wie schon bemerkt, damit durchbohren, jedoch werden die Löcher, denen man freilich auf diese Weise jede Gestalt geben kann, nicht rein, und das Verfahren hat daher nur geringen praktischen Nutzen. Der Schwefel äufsert aber nur dann eine Wirkung, wenn das Eisen fast weifsglühend ist. Roheisen läfst sich daher auf diese Weise nicht füglich durchbohren.

Schon ein geringer Schwefelgehalt macht das Roheisen dickflüssig, und wenn schwefelhaltiges Roheisen nicht stark über den Schmelzpunkt erhitzt wird, so erhält es beim Erstarren viele Höhlungen und Blasenräume. Karsten erhielt aus Roheisen mit 0,37 Proc. Schwefelgehalt schon sehr rothbrüchiges, gänzlich unbrauchbares Stabeisen. Bei Koaks erblasenes Roheisen hat einen Schwefelgehalt von 0,005 bis 0,008 Proc.; der des Holzkohlenroheisens ist im Allgemeinen geringer, selbst wenn bei beiderlei Schmelzprozessen einerlei Erze angewendet werden.

Schwefelhaltiges Roheisen ist sehr geneigt weifses zu bilden, indem ein sehr geringer Gehalt von jenem Stoff schon hinreicht, um die Schmelzbarkeit

des Roheisens zu befördern. Kann es aber stark über seinen Schmelzpunkt erhitzt werden, so bildet sich auch graues Roheisen, welches vorzüglich fest ist, selbst wenn der Schwefelgehalt bis 0,4 Proc. beträgt. Ein geringer Schwefelgehalt ertheilt dem in hoher Temperatur geschmolzenen Roheisen daher stets eine gröfsere Festigkeit.

Eisen und Kohle mit Phosphor.

Das Verhalten des Phosphors zum kohlehaltigen Eisen und das des letztern zum Phosphor ist sehr wahrscheinlich im Allgemeinen dem des Schwefels mit dem Roheisen gleich; ein Uebermaafs von Phosphor hebt die charakteristischen Wirkungen der Kohle auf das Eisen auf. Die Wirkungen der Kohle auf das Phosphoreisen, in den höchsten Graden der Temperatur, sind ebenfalls noch unbekannt.

Wenig Phosphor macht das Eisen leichtflüssiger; phosphorhaltiges Stabeisen und Stahl schweifsen eher, wahrscheinlich weil sie die Hitze länger behalten; sie lassen sich ferner in allen Hitzgraden leichter schmieden, nur ist ein sehr kaltbrüchiges Eisen weifsglühend sehr weich. Erkaltet aber das Eisen, so äufsert sich der Phosphor durch sehr geringe Festigkeit des Eisens; auch ist phosphorhaltiges Eisen gewöhnlich hart, spröde und dadurch in der Kälte brüchig, kaltbrüchig.

Phosphorhaltiges Roheisen fliefst schneller und ruhiger, und erstarrt langsamer als völlig gutartiges, weshalb sich jenes auch vorzüglich zur Giefserei eignet. — Der Graphitbildung widerstrebt der Phosphor noch mehr als der Schwefel; allein er macht das Roheisen auch kaltbrüchig, weshalb die davon angefertigten Gufswaaren nur wenig Festigkeit besitzen. Selten beträgt der Phospborgehalt des Roheisens unter 0,2, höchstens 5,6 Proc., wobei es aber noch nicht untauglich zum Giefsereibetrieb ist; den Grad des Phosphorgehalts, welcher das Roheisen dazu unbrauchbar macht, kennt man nicht.

Phosphorhaltiges graues Roheisen wird beim Umschmelzen im Kupolofen leicht wieder weifs, ja in niedrigen Oefen der Art ist es kaum möglich graues phosphorhaltiges Roheisen zu erlangen, weshalb zu dessen Umschmelzen stets ein hoher Kupolofen genommen werden mufs.

Eisen und Säuren.

Schon weiter oben wurde bemerkt, dafs sich Eisen schon in etwas salzigem Wasser zersetzte; durch Zutritt einer Säure wird die Zersetzung sehr befördert, wogegen es in den mehrsten Säuren, könnten dieselben wasserfrei dargestellt werden, unauflösbar sein würde, indem die Auflösung nur durch eine vorhergegangene Wasserzersetzung möglich wird.

Auf Kohle, Schwefel und Phosphor wirken nur diejenigen Säuren, welche mehrerer für sich darstellbarer Oxydationsstufen fähig sind, indem sie den genannten Körpern einen Theil ihres Sauerstoffs abtreten und selbst eine niedrigere Oxydationsstufe annehmen, weshalb die Wirkung auch fast immer nur in erhöhter Temperatur erfolgt. Sind aber diese Körper mit dem Eisen verbunden, so nehmen sie an der Wasserzersetzung thätigen Antheil und verbinden sich theils mit dem Sauer- theils mit dem Wasserstoff des Wassers, indem sie theils als oxydirte Körper in der Auflösung zurückbleiben, theils in Verbindung mit dem Wasserstoff entweichen. Nach der verschiedenen Beschaffenheit der Säure entwickeln sich im Allgemeinen vier verschiedene Gasarten bei der Auflösung des Eisens, nämlich Wasserstoffgas, schwefelichtsaures Gas, Salpetergas und oxydirtes Stickgas. — Kommt es darauf an, den Schwefel- und Phosphorgehalt des Eisens in der Auflösung selbst aufzusuchen, so werden nur Salpetersäure und Königswasser angewendet werden können. Bei allen übrigen Säuren wird der Schwefel völlig und der Phosphor zum Theil als Schwefel- oder als Phosphorwasserstoffgas verflüchtigt. Etwas schwefelhaltiges Stabeisen, Stahl und Roheisen, lassen bei der Auflösung in Salzsäure nicht eine Spur von Schwefel oder Schwefelsäure zurück, sondern es entwickelt sich aller Schwefel als hepatisches Gas. Aus diesem Grunde ist zur Ausmittelung des Schwefelgehalts beim Eisen auch selbst Königswasser kein zuverlässiges Mittel. — Phosphorgehalt läfst sich nur durch Umänderung des Phosphors in Säure, mittelst Salpetersäure oder Königswasser, in der Siedhitze bestimmen. — Der Kohlegehalt hingegen kann durch Auflösung des Eisens in Säuren nicht bestimmt werden, indem ein Theil mit den sich entwickelnden Gasen fortgeführt wird, ein anderer Theil im ganz veränderten Zustande zurückbleibt und ein dritter Theil von der sauren Flüssigkeit selbst aufgenommen wird. Aus diesem Grunde sind die bisherigen Angaben über den Kohlegehalt der verschiedenen Eisensorten nicht ganz zuverlässig.

Beim Auflösen des grauen Roheisens entwickelt sich weit mehr Gas als bei dem des weifsen. Je mehr Kohle das Eisen enthält, desto schwieriger löst sich dasselbe in Säuren auf; weifses Roheisen daher am langsamsten, Stabeisen und graues Roheisen am schnellsten; Phosphorgehalt bewirkt eine geringere Auflöslichkeit. — Ein Tropfen Säure läfst auf Stahl einen schwarzen Fleck zurück, auf Stabeisen dagegen nicht, weshalb diefs als unterscheidendes Kennzeichen zwischen beiden angesehen werden kann.

Die verschiedenen Eisenarten bieten beim Auflösen in Säuren Erscheinungen dar, die einen nicht unwesentlichen Aufschlufs über die Natur der Verbindungen des Eisens in den verschiedenen Zuständen geben. — Stabeisen löst sich in verdünnter Schwefel- und Salzsäure langsam auf und

hinterläfst einen schwarzen graphitartigen Rückstand, der nach dem Aussüfsen und Trocknen vom Magnet angezogen wird, und beim Glühen unter Luftzutritt rothes Eisenoxyd zurückläfst. Concentrirte Salzsäure löst das Stabeisen ohne allen Rückstand auf, und starke Schwefelsäure hinterläfst nur Spuren einer kohligen Substanz.

Weicher, nicht gehärteter Stahl verhält sich in verdünnter Schwefel- und Salzsäure eben so wie Stabeisen, nur bleibt weit mehr von der graphitartigen Substanz zurück und die Auflösung erfolgt langsamer. Fast eben so verhält sich der langsam erkaltete Gufsstahl, nur löst er sich noch langsamer auf.

Gehärteter Stahl zeigt ganz andere Erscheinungen; in verdünnten Säuren löst er sich nur ungemein schwer und langsam auf. In verdünnter Salzsäure bedeckt er sich nach einigen Tagen mit einem schwarzen, kohlenartigen Staube. Verdünnte Schwefelsäure bewirkt, unter denselben Erscheinungen, einen raschern Angriff; in starker Salzsäure erfolgt die Auflösung beim Digeriren oder Sieden ganz vollständig und es bleibt gar keine Kohle zurück, welches dagegen bei der Auflösung in starker Schwefelsäure der Fall ist. Verdünnte Salpetersäure wirkt sehr langsam; solche von 1,3 spez. Gewicht aber färbt die Flüssigkeit in der gewöhnlichen Temperatur braunroth, es lösen sich vom Stahl nach und nach schwarze Fasern mit Metallglanz ab, welche sich bei längerer Einwirkung der Säure in bräunlichrothes Pulver verwandeln. Bei der Siedhitze treten alle diese Erscheinungen schneller ein.

Weifses Roheisen löst sich unter denselben Erscheinungen wie gehärteter Stahl auf, jedoch bei noch auffallendern Erscheinungen. Verdünnte Salz- und Schwefelsäure haben fast gar keine Einwirkung darauf; starke Salzsäure bewirkt in der Siedhitze eine vollständige Auflösung, und Schwefelsäure hinterläfst, unter denselben Umständen, etwas Kohle. Concentrirte Salpetersäure wirkt gar nicht auf das Roheisen, und mit etwas Wasser verdünnt scheiden sich in gewöhnlicher Temperatur schwarze Flocken ab und in der Siedhitze tritt starkes Schäumen ein. Mit Königswasser verhält sich das Roheisen ebenso wie mit Salpetersäure.

Graues Roheisen wird von verdünnter Salz- und Schwefelsäure nur sehr langsam angegriffen und hinterläfst nach mehreren Monaten einen Rückstand, der theils aus Blättchen oder Schuppen von metallischem Ansehn, die Graphit oder vielmehr Kohlenmetall sind, und theils aus einer kohligen Substanz besteht, wie man sie beim weichen Stahl erhält und die dem Magnete folgt, was der Graphit nicht thut. Ein dritter Theil des Rückstandes endlich hat eine schwarzbraune Farbe und ist nicht magnetisch. Der Graphit fehlt niemals, von den beiden übrigen findet sich aber nur der eine oder andere. Concentrirte Salzsäure bewirkt eine schnellere, von der Wärme noch

mehr unterstützte Auflösung; es bleibt dabei ein aus Graphit bestehender Rückstand. Starke Schwefelsäure läfst unter denselben Umständen, aufser dem Graphit, auch noch schwarze, leicht verbrennliche und dem Magnete nicht folgsame Kohle zurück. — Salpetersäure von 1,3 spezifischem Gewicht wirkt in der gewöhnlichen Temperatur nicht stark auf das graue Roheisen, und es finden dabei Erscheinungen statt, die entweder denen gleichen, wie sie der weiche, oder denen, welche der harte Stahl darbot, je nachdem das Roheisen dunkler oder heller gefärbt, entweder mehr schwarz oder halbirt war.

Die bei der Auflösung des Roheisens und Stahls zurückbleibenden kohligen Substanzen sind von sehr verschiedener, sich nach der Beschaffenheit des Eisens richtender Art. Reines Kohlenmetall oder Graphit erhält man nur aus dem grauen Roheisen, und aus den mit den Ausscheidungen verbundenen Erscheinungen geht deutlich hervor, dafs er nicht chemisch mit demselben verbunden ist, sondern dafs er sich im ungebundenen Zustande in dem Roheisen befindet.

Die graphitartige Masse, welche sich aus dem ungehärteten Stahl, dem weichen Stabeisen und den weichen Roheisenarten abscheidet und welche durch die Einwirkung der Säuren so leicht zersetzt wird, ist nicht reines Kohlenmetall, sondern eine wirkliche Verbindung des Eisens mit Kohle, deren Zusammensetzung schwer zu bestimmen ist. Herr Karsten nennt sie Polycarburet des Eisens und sagt, dafs sie beim Verbrennen 82 bis 94 Proc. Eisenoxyd hinterlasse, während Herr Berthier ihre Zusammensetzung zu 81,7 Eisen und 18,3 Kohle angiebt, indem er dieselbe rein erhalten zu haben glaubt. — Bei der Bildung dieses Polycarburets läfst sich nur das erste Streben der Kohle zur Absonderung von dem Eisen, bei anhaltendem Glühen und dem darauf folgenden langsamen Erkalten, oder auch bei langsamem Erstarren nach erfolgter Schmelzung erkennen. So wie das graue Roheisen ein Gemenge von Graphit mit Eisen ist, welches nur wenig Kohle in chemischer Verbindung zurückbehalten hat, ebenso würden das geglühte weifse Roheisen und der geglühte, langsam erkaltete Stahl ein Gemenge von Eisen mit einem gröfsern Kohlegehalt (das Polycarburet) und von Eisen mit einem sehr geringen Kohlegehalt sein. Nur das weifse Roheisen und das nach dem Glühen plötzlich abgekühlte Stabeisen und Stahl würden den ganzen Kohlegehalt in gleichartiger chemischer Verbindung durch die ganze Masse enthalten.

Einige Säuren greifen das metallische Eisen stärker an, als die Oxyde desselben; andere verbinden sich leichter mit den schon gebildeten Oxyden und wirken nur schwach auf das regulinische Eisen; noch andere Säuren verbinden sich unmittelbar weder mit den Eisenoxyden, noch äufsern sie eine

Wirkung auf das metallische Eisen, sondern sie können nur mittelbar mit dem Eisen durch die Zersetzung einer Auflösung desselben in einer andern Säure, vermittelst der sogenannten doppelten Wahlverwandtschaft verbunden werden.

Schon weiter oben wurde bemerkt, dafs der Stahl durch das Bestreichen mit Säuren eine dunklere Farbe erhalte, als das Stabeisen. Je weicher das Eisen ist, desto lichter ist der Fleck, den die Säuren auf der Oberfläche zurücklassen, und so wie das Anlaufen ein Mittel angab, sogleich durch die Farbenschattirung die Gleichartigkeit einer Eisenstange zu prüfen, so ist auch das Aetzen oder Beizen der Oberfläche des Eisens ein Mittel zur Unterscheidung der härtern und weichern Stellen. Sollen diese absichtlich von einander abstehen, so mufs man sich der Salpetersäure vorzugsweise bedienen. Eine andere praktische Anwendung der Einwirkung der Säuren auf das Eisen besteht in der Reinigung seiner Oberfläche vom Glühspan bei der Weifsblechfabrikation, worauf wir zurückkommen.

Das Verhalten der Alkalien oder Alkalimetalle zu dem Eisen hat für den Techniker gar kein Interesse, weshalb wir es hier unberücksichtigt lassen.

Eisen und Erdbasen.

Auf dem nassen Wege äufsern die Erden keine Wirkung auf das Eisen, auf dem trocknen werden sie durch dasselbe zersetzt oder desoxydirt und zu Metallen umgeändert, wenn sie mit ihm und mit Kohlenstaub geschmolzen werden. Auf die Hydrate der Erden scheint das Eisen allein, ohne Mitwirkung des Kohlenstoffs, nur einen geringen Einflufs zu haben. Das Roheisen wird durch Schmelzen mit Erden seines Kohlegehalts zum grofsen Theil beraubt und in den gefrischten Zustand versetzt.

Am besten kennt man das Verhalten der Kieselerde zum Eisen. Ihre Basis, das Silicium, äufsert keinen bedeutenden Einflufs auf die Geschmeidigkeit des Eisens, jedoch ist es um so spezifisch leichter, je mehr es von Silicium enthält. Der Siliciumgehalt des Roheisens wird beim Frischprozefs zum gröfsten Theil abgeschieden und verschlackt. Man kann im Allgemeinen annehmen, dafs das Roheisen um so mehr Silicium enthalte, bei je gröfserer Hitze es erzeugt, worden ist und dafs graues mehr von diesem Stoff enthalte als weifses. Jedoch ist die Beschaffenheit der Beschickung sehr dabei zu berücksichtigen. Der Siliciumgehalt des Roheisens beträgt 0,4 bis 3 Procent und darüber, und unter gleichen Umständen enthält das bei heifser Luft erblasene wenigstens 0,3 Procent mehr als das bei kalter Luft dargestellte; ebenso das bei Koaks erzeugte mehr als das bei Holzkohlen producirte. Stabeisen und Stahl enthalten 0,001 bis 0,1 Proc. Silicium; 0,05 Proc.

wirken schon nachtheilig, und ein Gehalt von 0,37 Proc. bewirkt vollkommene Faulbrüchigkeit. Jedenfalls ist der Siliciumgehalt im weit höhern Grade für die Festigkeit des Stabeisens nachtheilig, als der Phosphor.

Roheisen, wenn es nicht umgeschmolzen ist, enthält durchgängig Silicium und ist um so härter und weniger fest, je mehr darin befindlich ist. Nie scheidet es sich im Hohofen regulinisch aus, sondern immer nur als reines weifses Oxyd oder Kieselerde, diese aber auch merkwürdiger Weise mitten in dem Roheisen in Blasenräumen und Höhlungen.

Aluminium oder Thonerde-Metall soll dem Wootz oder ostindischen Stahl seine vortrefflichen Eigenschaften mittheilen. Ein Zusatz von Thon beim Frischprozefs war der Festigkeit des Eisens keineswegs nachtheilig, und die Analyse des auf diese Weise dargestellten Stabeisens ergab kaum eine Spur von Thonerde, so wie man dieselbe überhaupt nur bei wenigem Stabeisen fand.

Kalkerde, das Oxyd des Calciums, wird, eben so wie die Alkalien, in sehr hoher Temperatur durch das Eisen zersetzt, ohne dafs das entstehende Calcium eine grofse Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zeigt. — Frischversuche mit reinem cararischen Marmor ergaben zwar ein festeres Stabeisen, als ohne diesen Zusatz; allein da die Analyse keine Spur von Calcium in demselben fand, so konnte die Wirkung des Marmors nur darin bestanden haben, den geringen Phosphorgehalt des Eisens noch mehr zu vermindern. Bei starkem Kalkzusatz während des ganzen Frischprozesses zeigte sich wirklich eine Abnahme der Festigkeit des Eisens und ein Mangel an Schweifsbarkeit. Man pflegt solches Eisen hadrig zu nennen und fand in demselben 0,25 Proc. Kalkerde oder etwa 0,18 Proc. Calcium. — In Roheisen, welches bei starkem Kalkzuschlag dargestellt worden, finden sich nur selten Spuren von Kalkerde.

Magnesium und Baryum fand man nur in einigen Roheisenarten, niemals aber in Stabeisen.

Eisen und andere Metalle.

Obgleich die Verbindung des sehr strengflüssigen Eisens mit andern Metallen grofse Hindernisse hat, so giebt es doch nur sehr wenige derselben, mit denen es sich nicht verbunden hätte. Wir machen hier jedoch nur einige Bemerkungen über den Einflufs dieser Legirungen auf die Beschaffenheit des Eisens.

Mit dem Golde verbinden sich das Eisen und der Stahl leicht, allein da solche Legirungen nur selten sind oder gar nicht vorkommen, so haben sie für uns auch kein Interesse.

Silber, beim Frischen zugesetzt, äufserte einen nachtheiligen Einflufs auf das Stabeisen, welches an Schweifsbarkeit verlor und Kantenrisse bekam. Eine geringe Beimengung von Silber beim Schmelzen des Gufsstahls (denn eine eigentliche Verbindung ist nicht erreicht) macht denselben härter, ohne Kantenrisse und Hartborsten zu veranlassen.

Platin verbindet sich nicht mit Stabeisen, wohl aber mit Stahl, und soll denselben etwas weniger hart, aber sehr zähe machen; dagegen läfst es sich mit beiden zusammen schweifsen, so dafs man auf diese Weise eine Art von Damascirung hervorbringen kann. — Sehr wichtig kann die Erfahrung werden, dafs das Eisen durch die blofse Berührung mit dem Platin gegen die Oxydation an der Luft und gegen die Einwirkung der Säuren (wenigstens bis zu einem gewissen Grade) geschützt wird.

Mit dem Kupfer verbindet sich das Eisen nur in bestimmten, noch nicht genau bekannten Verhältnissen, die jedoch nur wenige Procente betragen. ½ Procent Kupfer, beim Frischen zugesetzt, äufserte keinen Einflufs auf das Eisen, 1 Proc. verminderte die Schweifsbarkeit und das dargestellte Eisen zeigte einen Kupfergehalt von 0,286 Proc. Man sieht also, dafs dieses Metall nicht so nachtheilig auf die Festigkeit des Eisens einwirkt, als man gewöhnlich annimmt. Mit Stahl legirt, erlangt derselbe durchaus keine guten Eigenschaften. — Ein Zusatz von 1 Proc. Messing zum Roheisen ist beim Gufs von Kunstsätzen in Gruben mit ätzendem Wasser und von Cylindern, Kolben und andern Maschinentheilen, die einer starken Reibung unterworfen sind, sehr zu empfehlen.

Blei. Obgleich nicht selten bleihaltige Eisenerze zerschmolzen werden, so scheint es doch nicht, dafs man für das Roheisen etwas von dem Blei zu befürchten habe, weil beide Metalle keine Verbindung mit einander eingehen und dafs auch keine Einwirkung auf das Stabeisen statt finden könne.

Zinn läfst sich zwar mit dem Eisen in allen möglichen Verhältnissen zusammenschmelzen, jedoch hat man noch keine entscheidenden Versuche angestellt, welchen Einflufs ein geringer Zinngehalt auf die Beschaffenheit des Stabeisens habe. 1 Proc. Zinn, zu dem zu verfrischenden Roheisen zugesetzt, machte das daraus dargestellte Stabeisen im hohen Grade kaltbrüchig und völlig unbrauchbar; es hatte 0,19 Proc. Zinn aufgenommen. Der Eisenhüttenmann hat sich daher vor dem Zinn sehr zu hüten, besonders bei der Zugutemachung alten Eisens. — Auf das auch beim Eisenhüttenwesen angewendete Verzinnen des Roheisens und des Blechs kommen wir bei der Giefserei und der Blechfabrikation zurück.

Zink enthaltende Eisenerze werden in vielen Gegenden verschmolzen und geben Veranlassung zur Bildung von sogen. Ofenbruch oder Schwamm, der sich in der obern Gegend des Hohofenschachts ansetzt, denselben, wenn

er überhand nimmt, verengt, weshalb er auch von Zeit zu Zeit losgebrochen werden mufs. Fällt dabei zuviel in den Schacht, so wird der Gang des Ofens gestört und er liefert schlechtes Roheisen. Diefs rührt jedoch nur von der Abkühlung her, welche durch die Verflüchtigung des zwischen den glühenden Kohlen sich wieder reducirenden Ofenbruchs bewirkt wird. — Dafs sich das Zink mit wenig Eisen verbindet, ist nicht zu bezweifeln, indem sich ersteres fast nie ganz eisenfrei findet. — Aus sehr zinkhaltigen Erzen oder vielmehr aus 31 Proc. Eisen und 16 Proc. Zink enthaltenden Erzen dargestelltes Roheisen war beim Abstich sehr hitzig, erstarrte aber sehr bald und füllte die Formen nur schlecht aus. Im Bruch war es grau, weich, aber mürbe. Es hatte nur einen geringen, ganz unbestimmbaren Zinkgehalt, und das daraus dargestellte Stabeisen enthielt keine Spur davon und war weich, zähe und fest. Ebenso verhält sich das aus einem, mit einem Zusatz von regulinischem Zink verfrischten Roheisen dargestellte Eisen, und es scheint daher das Zink keinen nachtheiligen Einflufs auf das Stabeisen auszuüben. — Mit Zink läfst sich dem Eisen nur ein unvollkommener Ueberzug ertheilen und es hat das Verzinken des Eisens den davon gehegten Erwartungen durchaus nicht entsprochen.

Wismuth, zu 1 Procent beim Verfrischen zugesetzt, theilte dem Eisen keine Nachtheile mit; ob diefs bei gröfsern Beimischungen auch der Fall ist, mufs unentschieden bleiben.

Antimon, ebenfalls 1 Procent beim Frischen zugesetzt, machte das Eisen kaltbrüchig und verminderte seine Schweifsbarkeit; jedoch sind Antimonerze nur sehr selten Begleiter der Eisenerze.

Ein Zusatz von Arsenik beim Frischen veranlafste einen ganz aufserordentlichen Rohgang im Feuer, wegen der flüssigen und hitzigen Schlacke, einen grofsen Eisenverlust und gab ein Eisen, welches an Festigkeit verloren hatte. Es scheint sich daher das Arsenik wie der Phosphor zu verhalten und eine sehr nachtheilige Einwirkung auf das Eisen zu haben. Arsenikhaltige Eisenerze sind daher möglichst zu vermeiden.

Nickel, in geringen Quantitäten dem Stabeisen beigemischt, scheint demselben keine nachtheiligen Eigenschaften zu ertheilen. Eine Verbindung von Stahl mit Nickel (sogen. Meteorstahl), die gar keine Schwierigkeit hat, ist sehr zur Damastbildung geneigt.

Titan macht die Eisenerze sehr strengflüssig, dennoch läfst sich in dem aus solchen erblasenen Roheisen kein Titangehalt wahrnehmen. Zum grofsen Theil geht es mit in die Hohofenschlacke über, theilweise sondert es sich aber regulinisch ab und befindet sich dann immer nur im Gemenge mit dem Roheisen, ohne mit demselben chemisch verbunden zu sein. Man findet es in kupferrothen Würfelchen in den Gestellen vieler Hohöfen. — Eine Ver-

bindung von 99 Stahl mit 1 regulinischem Titan verhielt sich wie der beste Stahl, aber das Titan war sehr ungleich in der Stahlmasse vertheilt. Der Titanstahl zeigt ebenfalls vortrefflichen Damast. — Die dunkelblaue Färbung der Hohofenschlacke rührt wahrscheinlich von einem Titanoxydul-Gehalt her.

Mit Chrom, Palladium, Rhodium, Iridium und Osmium sind nur Verbindungen des Stahls bekannt, die einen schönen Damast geben und dem Stahl übrigens gute Eigenschaften ertheilen.

Sehr häufig ist das Eisen von dem Mangan begleitet und es soll ihm mehr Härte ertheilen. Stabeisen mit 1,85 Proc. Mangangehalt verhielt sich ganz tadellos, allein man kennt die Grenze, bis zu welcher diefs der Fall ist, noch nicht. Nie aber kann, wie man wohl angenommen hat, Stabeisen durch einen Mangangehalt eine stahlartige Härte erlangen, indem diese stets von dem Kohlegehalt abhängt.

Manganhaltige Eisenerze sind vorzüglich geneigt bei der Verarbeitung Stahl zu geben, aus welchem Grunde man wohl veranlafst gewesen sein mag, manganhaltige Eisenerze und Stahlerze für gleichbedeutend zu halten. Jedoch ist es gewifs, dafs nicht das Mangan, sondern der Verbindungszustand des Eisens mit der Kohle, welcher durch den Mangangehalt der Erze auf eine ganz andere Weise als dadurch, dafs das Mangan in die Mischung des Eisens eingeht, herbeigeführt wird, die wahre Ursache der leichtern Bildung des Stahls aus weifsem als aus grauem Roheisen ist. — Sehr manganhaltige Eisenerze sind ferner sehr geneigt, ein weifses, hartes und sprödes Roheisen zu geben, so dafs man glaubte, es könne kaum ein graues Roheisen aus diesen Erzen erblasen werden, und der Mangangehalt der Erze sei es, welcher die Graphitbildung verhindere. Jedoch ist weder das Eine noch das Andere der Fall, sondern es wird dieser Erfolg lediglich durch die Temperatur in dem Schmelzraum des Ofens bestimmt, wogegen aber das Manganoxyd mittelbar die Bildung des weifsen Roheisens begünstigt, indem es mit der Kieselerde ein sehr leichtflüssiges Silikat bildet. Das aus gleichen Erzen erblasene graue Roheisen enthält mehr Mangan als das Spiegeleisen, und es wird die Farbe des Roheisens lediglich durch die Menge und den Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen bestimmt. Die leichte Darstellung weifsen Roheisens aus manganreichen Erzen ist daher nur eine Folge der leichtflüssigen Schlacke; denn bei einer höhern Temperatur des Ofens oder bei dem Zuschlag einer Bahn, die mit Kieselerde strengflüssige Silikate bildet, wird aus denselben Erzen auch graues Roheisen erfolgen.

Das Verhalten des Eisens zu den noch übrigen Metallen, zu den Metalloxyden und Salzen, übergehen wir in diesem Werke, weil es minderes In-

teresse für den Hüttenmann hat und uns zu weit bei eng zugemessenem Raum führen würde. Wichtig ist dagegen das Verhalten des

Eisenoxyds mit den Erden und mit andern Metalloxyden.

Zur völligen Verschlackung oder Verglasung der Oxyde ist eine um so gröfsere Hitze erforderlich, je gröfser das Verhältnifs der Erden ist. Die reinen Erden sind die einzigen Oxyde, welche sich für sich allein nicht verschlacken, sondern sich nur hart brennen; auch bei zweifachen Verhältnissen findet keine wirkliche Verschlackung statt und nur dann, wenn wenigstens drei Erden der heftigsten Schmelzhitze ausgesetzt werden, wird in der Regel eine glasartige Masse gebildet. Je gröfser die Unterschiede des elektrischen Verhaltens der Oxyde sind, desto mehr wird die Verbindung befördert, indem alsdann das eine Oxyd die Rolle der Säure übernimmt, während sich die andern mehr basisch verhalten. So wie bei vielen Mineralien, so verhält sich auch bei den Schlacken die Kieselerde als Säure.

Bei allen Hüttenprozessen, bei denen Schlacken gebildet werden, entstehen in der Regel eigenthümliche, sich mehr oder weniger ausbildende Silikate. In manchen Fällen läfst sich der Erfolg des Prozesses dadurch verbessern, wenn man die Zusammensetzung der Schlacke nach theoretischen Grundsätzen abändert. Jedoch darf man von solchen Versuchen nicht zu viel erwarten, weil der Temperaturgrad, in dem die Operation vorgenommen wird, eine nach theoretischen Regeln gebildete Schlackenerzeugung nur in den wenigsten Fällen gestattet. Nur höchst selten entstehen Schlacken, bei denen das Verhältnifs der Basen, d. h. der Erden und Metalloxyde zur Säure (Kieselerde) den Mischungs- oder Atomgewichten mehr oder weniger genau entspricht, und nur selten dürfte der Fall eintreten, in welchem der Prozefs durch eine Abänderung in der Zusammensetzung der Schlacke, wodurch ein solches Mischungs-Verhältnifs genau erreicht wird, wirklich verbessert werden würde. Jedoch bleibt es stets sehr wichtig, den wahren Vorgang bei der Schlackenbildung zu kennen, indem es auf diese Weise allein möglich werden dürfte, auch hierbei in der Folge die Praxis durch die Theorie zu unterstützen.

Wir werden bei den verschiedenen Hüttenprozessen von den verschiedenen, denselben eigenthümlichen Schlacken reden. Silikate aus Kieselerde und einer Säure kommen nur höchst selten vor; in der Regel entstehen Silikate mit wenigstens zwei Basen und häufig sind die Schlacken sehr zusammengesetzt. — Eisenoxyd-Silikate kommen bei den Eisenhüttenprozessen gar nicht vor, indem die Kohle dabei niemals ausgeschlossen wird. Das als Frischschlacke allgemein bekannte Eisenoxydul-Silikat wird um so streng-

flüssiger, je mehr das Verhältnifs der Kieselerde abnimmt. Einen hohen Grad von Leichtflüssigkeit besitzen das Eisenoxydul-Silikat und das Eisenoxydul-Bisilikat; letzteres erfordert jedoch schon eine stärkere Hitze um flüssig zu werden. Ziemlich strengflüssig ist das Eisenoxydul-Trisilikat. — Ueber die natürlichen Eisenoxyde reden wir weiter unten bei den Erzen.

Unterschied zwischen Roheisen, Stabeisen und Stahl.

Das Eisen verbindet sich nur mit wenigen Körpern nicht, kommt auch nie ganz rein in der Natur vor. Am reinsten ist es in der Verbindung mit Sauerstoff, jedoch ist das Oxyd in den mehrsten Fällen mit andern Metalloxyden, mit Erden, mit Phosphor- und Kohlensäure, so wie mit Wasser chemisch verbunden, oder mit schwefelsauren Verbindungen (Gyps, Schwerspath) so innig vermengt, dafs eine mechanische Abscheidung in manchen Fällen unmöglich ist. Es kann aus diesen natürlichen Verbindungen oder Erzen nur durch Reduction mittelst Kohle dargestellt werden; jedoch verbindet sich diese während der Reduction mit den Erzen und verleiht ihm gewisse Eigenschaften. Auf der andern Seite trennt aber auch Sauerstoff die Kohle wiederum von dem Eisen, indem jene beiden eine grofse Verwandtschaft zu einander haben. Es erfolgt daher aber auch nur dann eine Vereinigung der Kohle mit dem Eisen, wenn weder freier noch an Eisenoxyd gebundener Sauerstoff vorhanden ist. Die Trennung der Kohle von dem Eisen erfolgt entweder durch gebundenen Sauerstoff (Eisenoxyde), oder durch ungebundenen (Gebläseluft), und im letztern Falle oxydirt sich ein Theil des Eisens in demselben Augenblick, in welchem es seinen Kohlenstoff dem Sauerstoff abtritt.

Die Kohle ist mehrfacher Verbindungszustände mit dem Eisen fähig, welches auf verschiedene Weise erlangte Resultat nicht mehr in Zweifel gezogen werden kann. Nur das graue Roheisen enthält ungebundene Kohle in einem mechanischen Verbindungszustande; denn der Graphit und die übrige Masse des grauen Roheisens sind etwa wie zwei Metallmischungen, die langsam erkalten, neben einander abgelagert. Die übrige Masse des grauen Roheisens ist aber nicht reines Eisen, also das graue Roheisen kein Gemenge von Eisen und Graphit, sondern vielmehr ein Gemenge von kohlehaltendem Eisen (Stahl) mit Graphit.

Die Kohle befindet sich daher in dem kohlehaltigen Eisen im dreifachen Zustande, theils ungebunden als Graphit oder Kohlenmetall, theils mit der ganzen Masse des Eisens verbunden, theils endlich mit einer gewissen Quantität Eisen zu einer chemischen Verbindung vereinigt und von einer andern überwiegenden Quantität Eisen, welche an jener Verbindung keinen unmittel-

baren Antheil nimmt, aufgelöst gehalten wird. Von der Menge der Kohle ist der Grad der Weichheit des Eisens niemals abhängig, sondern es wird dieser blos durch das bestimmtere Hervortreten der Kohle als Graphit oder als Polycarburet bedingt. Im weichen Eisen kann folglich eben so viel Kohle enthalten sein, als im harten, woraus es entstanden ist.

Das vollkommenste und reinste weifse Roheisen mit den ausgezeichnetesten Spiegelflächen vermag, nach Herrn Karsten, nicht mehr als höchstens 6 Proc. Kohle aufzunehmen, und man könnte daher diefs Roheisen ein neutrales nennen, indem die Mischungsverhältnisse des Eisens mit der Kohle von der Art sind, dafs dasselbe als ein Subcarburet von bestimmter Mischung betrachtet werden kann. Dagegen erhält man bei dem Kohlegehalt der übrigen weifsen Roheisenarten sehr unwahrscheinliche Verhältnisse, wiewohl die Gleichartigkeit der Masse es kaum bezweifeln läfst, dafs sich Eisen und Kohle darin im Zustande gegenseitiger Verbindung befinden.

Weifses Roheisen und gehärteter weifser Stahl müssen zu einer und derselben Art der Verbindung der Kohle mit dem Eisen gerechnet werden, und es ist auch zwischen beiden keine scharfe Grenze zu ziehen. Manche Arten des härtesten Gufsstahls kann das geübteste Auge von weifsem Roheisen nicht unterscheiden. Ein solcher harter Gufsstahl enthält 2,8 bis 3 Procent Kohle, wogegen die weichsten Cementstahlarten nicht unter 0,6 Procent zu enthalten scheinen.

Alles kohlehaltige weiche Eisen, welches nicht graues Roheisen ist, mufs man sich als ein inniges Gemenge von Eisen, welches noch einen sehr geringen Antheil Kohle zurückbehalten hat, mit jenem Polycarburet, dessen Zusammensetzung wir bis jetzt noch nicht kennen, vorstellen.

Im grauen Roheisen läfst sich ein bestimmtes Mischungsverhältnifs des Eisens mit der Kohle gar nicht erwarten. Von Wichtigkeit ist es aber, den Zustand der Verbindung des Eisens mit Kohle zu kennen, in welchem sich die mit dem Graphit gemengte Masse des Eisens, aus der das graue Roheisen besteht, eigentlich befindet. Bei den meisten grauen Roheisenarten ist die als reines Metall nicht ausgeschiedene Kohle mit der ganzen Masse des Eisens verbunden. Herr Karsten fand in 100 Theilen grauem Roheisen:

	Gebundene Kohle.	Ungebundene Kohle.
Von der Sayner Hütte bei Coblenz, bei Holzkohlen aus Brauneisenstein erblasen	0,89	3,71.
Von der Widdersteiner Hütte im Siegenschen, aus Braun- und Spatheisenstein, bei Holzkohlen. . .	1,03	3,62.
Von Malapane in Oberschlesien, bei Holzkohlen, aus Sphärosiderit .	0,75	3,15.

	Gebundene	Ungebundene
	Kohle.	
Von der Königshütte in Oberschlesien, aus ockrigem Brauneisenstein, bei Koaks und bei hitzigem Gange .	0,58	2,57.
bei minder hitzigem Gange	0,95	2,70.

Das graue enthält daher nur wenig gebundene Kohle und kann deshalb auch durch plötzliches Ablöschen nach dem Glühen nicht den Härtegrad wie der Stahl erlangen. Ferner ist der Kohlegehalt des grauen Roheisens geringer als der des Spiegeleisens, und er scheint in demselben Verhältnifs abzunehmen, in welchem die Hitze im Hohofen gröfser war. Je weniger Kohle das graue Roheisen enthält, desto schwieriger läfst sich dasselbe durch Schmelzen und plötzliches Erstarren in weifses umändern; dagegen steigt bei jenem mit der Verminderung der Kohle die Geschmeidigkeit, die in der gewöhnlichen Temperatur merkwürdiger Weise bedeutender als im glühenden Zustande ist.

Weifses Roheisen mit geringem Kohlegehalt (luckige Flossen), so wie Gufsstahl mit einem grofsen Kohlegehalt, ändern sich, eben so wie jedes andere weifse Roheisen mit dem gröfsten Kohlegehalt, in graues um, wenn sie in einer sehr starken Hitze im Thontiegel einige Zeit lang flüssig erhalten und dann mit grofser Sorgfalt langsam zum Erstarren gebracht werden. War die Schmelzhitze nicht grofs genug, so erhält man nur weiches graues Eisen, welches keinen Graphit, sondern ein Polycarburet enthält. Der Erfolg ist dann von demjenigen nicht verschieden, der durch das blofse anhaltende Glühen und langsame Erkalten hervorgebracht werden kann, obgleich in diesem Fall mehr Kohle mit der ganzen Masse des Eisens verbunden, also an der Bildung des Polycarburets keinen Antheil nehmend, zurück zu bleiben scheint. Diefs ist auch der Grund, weshalb der gehärtete Stahl um so weicher wird, je länger und je stärker man ihn erhitzt.

Wenn demnach der wesentliche Unterschied zwischen den drei verschiedenen Eisenarten, dem Roheisen, dem Stahl und dem Stabeisen, nur in dem verschiedenen Gehalt an Kohle begründet ist, so reicht doch die Kenntnifs des Kohlegehalts allein noch nicht hin, die Eigenschaften und das Verhalten einer und derselben Eisensorte zu beurtheilen. Ueber den Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen, worauf es hier so wesentlich ankommt, giebt keine Analyse einen Aufschlufs, und nur bei dem grauen Roheisen unterscheidet man den Gehalt an gebundener und an ungebundener Kohle.

Durch den Frisch-, d. h. durch einen Oxydationsprozefs, dessen Zweck die Verwandlung des Roheisens in Stahl oder in Stabeisen ist, wird nicht allein die Kohle, sondern es werden auch die andern fremdartigen Beimen-

gungen des Roheisens mehr oder weniger vollständig abgeschieden. Der Kohlegehalt wird bis dahin vermindert, dafs der im Stahl und im Stabeisen zurückbleibende der Festigkeit nicht mehr nachtheilig ist, sondern nur deren gröfsere oder geringere Härte bestimmt. Dagegen äufsern die übrigen mit dem Roheisen verbundenen, im Stahl und im Stabeisen zurückbleibenden Körper einen gröfsern oder geringern Einflufs auf ihre Cohäsion, weshalb man besonders bemüht gewesen ist, die Art und die Menge der Körper kennen zu lernen. Jedoch haben diese Bemühungen bis jetzt erst einen sehr unvollständigen Erfolg gehabt; man ist aber zu der Ueberzeugung gelangt, dafs die Festigkeit des Stahls und des Stabeisens nicht allein durch verschiedene, chemisch beigemischte Körper, sondern nicht selten auch durch mechanische Beimengungen von Schlackentheilen beeinträchtigt wird. Man erhält daher bei allen den Frischmethoden, welche gröfsere Eisenmassen auf einmal liefern, weit häufiger ein fehlerhaftes und minder festes Eisen, als durch die Methoden, bei denen man nur kleine Quantitäten gefrischten Eisens darstellt. Ein möglichst vollkommenes mechanisches Auspressen der Schlackentheile aus den in der höchsten Schweifshitze befindlichen Eisenmassen unter den Hämmern oder Walzwerken ist daher eine Hauptbedingung für ein gutes Stabeisen. Roth- und Kaltbruch, oder ein geringes Schweifsvermögen rühren von nachtheiligen Beimischungen her, welche sich auf Silicium, Schwefel, Phosphor, Kupfer, Arsenik, Zinn und Antimon beschränken.

Die Beantwortung einer andern Frage, ob nämlich das weifse oder das graue Roheisen vorzuziehen sei, hängt, aufser den zufälligen Beimischungen derselben, von dem sehr abweichenden Verhalten beider in der Glüh- und Schmelzhitze ab. Zur Giefserei ist weifses Roheisen nur in wenigen Fällen zu gebrauchen, wogegen es, um in Stabeisen oder Stahl verwandelt zu werden, den Vorzug vor dem grauen verdient. Weifses Roheisen geht nämlich bis zum Schmelzen alle Grade des Weichwerdens durch und läfst sich, ohne flüssig zu werden, lange in diesem Zustande erhalten; man kann es daher, durch häufige Erneuerung der Oberfläche mit der atmosphärischen Luft länger in Berührung lassen und es kann die Entkohlung in ungleich kürzerer Zeit und vollständiger als bei dem grauen Roheisen bewirkt werden. Dieses hingegen erfordert zum Flüssigwerden eine hohe Temperatur, wird aber nicht eigentlich weich, sondern plötzlich tropfbar flüssig; es bietet in diesem Zustande der atmosphärischen Luft die geringste Oberfläche dar und es wird in der hohen Temperatur die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Eisen sehr gesteigert, so dafs die Entkohlung nur sehr langsam und nur mit grofsem Eisenverlust vorschreitet. Beim Entkohlungsprozefs durch gebundenen Sauerstoff, oder in den Frischheerden, wird es vortheilhafter in Stabeisen umzuändern sein, als bei dem Entkohlen in Flammöfen.

Dagegen treten aber zwei Umstände ein, welche die Vortheile des weifsen Roheisens beim Frischprozefs bedeutend vermindern. Der eine besteht darin, dafs in sehr vielen Fällen der Hohofenprozefs nur bei der Erzeugung von grauem Roheisen recht vortheilhaft ist, wie wir weiter unten näher sehen werden, der andere aber liegt in den häufigen Beimengungen des Roheisens, welche beim Verfrischen abgeschieden werden müssen, wenn sie der Festigkeit des Stabeisens nicht nachtheilig werden sollen. Diese Trennung durch Einwirkung des Sauerstoffs geschieht aber am besten dadurch, dafs das Roheisen in erhöheter Temperatur flüssig wird und die Kohle langsam verliert. Beim weifsen Roheisen ist diefs nicht möglich, weil es die Kohle zu schnell verliert und ungleich früher in den Zustand des Stabeisens übergeht. — Weil aber dennoch die Vortheile der Anwendung des weifsen Roheisens und die Schwierigkeiten graues Roheisen unmittelbar zu verfrischen, zu bedeutend sind, so ändert man dasselbe vorher in weifses um. Aus einer leichtflüssigen Beschickung bei Holzkohlen erzeugtes graues Roheisen läfst sich bei weitem leichter weifs machen, als das aus einer strengflüssigen Beschikkung bei Koaks erblasene.

Da sich weifses Roheisen, Stahl und Stabeisen nur durch die quantitativen Verhältnisse des Kohlegehalts unterscheiden, so kann die Verwandlung des Roheisens in Stahl oder Stabeisen nur in einer Verminderung der Kohlenmenge in ersterm bestehen. Um diefs zu bewerkstelligen, wird das Roheisen in einen mehr oder weniger flüssigen Zustand versetzt und man läfst dann den Sauerstoff im gebundenen oder ungebundenen Zustande darauf einwirken. Man nennt dieses Verfahren das Verfrischen des Roheisens. Obgleich graues Roheisen lieber Stabeisen als Stahl zu geben pflegt, so hängt diefs doch von der Manipulation und Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Es läfst sich aus einem und demselben Roheisen Stahl und Stabeisen, freilich nicht in gleicher Güte und gleicher Menge, so wie mit gleichem Vortheil darstellen; und es ist dasjenige Roheisen überhaupt für das reinste und zu jedem Zweck für das brauchbarste zum Frischen zu halten, welches aufser der Kohle die wenigsten fremdartigen Beimengungen enthält.

Die Beschaffenheit des Eisens hängt aufser von den Vorrichtungen zum Verschmelzen der Eisenerze und der zweckmäfsigen Leitung bei der Schmelz- und Frischarbeit, von den Bestandtheilen und Eigenschaften der Eisenerze, so wie von dem Verhalten und den Bestandtheilen der Brennmaterialien ab, welche als Reductionsmittel und zugleich als Materialien zur Hervorbringung der Hitze dienen. Wir müssen daher zuvörderst diese Schmelz- und Brennmaterialien kennen lernen.

Zweiter Abschnitt.

Die Eisenerze.

Das Eisen, so wie es von der Natur in ungeheurer Menge erzeugt worden, ist sehr verschieden von dem, dessen Ansehn und Gebrauch uns so alltäglich sind. Es ist fast nur ein, mit verschiedenen erdigen Substanzen vermischter Rost, und selbst dann, wenn das Eisen in den Bergwerken einen metallischen Glanz zeigt, hat es dennoch die Eigenschaften nicht, welche dazu erforderlich sind, wenn es uns nützen soll.

Der Hüttenmann nennt alle Mineralien, welche so viel Eisen enthalten, dafs sie mit Vortheil angewendet werden können, um ihren Eisengehalt durch den Schmelzprozefs im Grofsen zu gewinnen, Eisenerze oder Eisenstein. Dagegen können, hüttenmännisch betrachtet, diejenigen Mineralien nicht Eisenerze genannt werden, welche zwar einen grofsen, häufig sogar einen überwiegenden Eisengehalt besitzen, sich aber auf Eisen nicht benutzen lassen. Das Eisen ist in der Natur ganz allgemein verbreitet und findet sich unter allen Breiten der Erdkugel.

Es kommt in einem sehr verschiedenen Verbindungszustande vor. Glücklicherweise sind diejenigen Verbindungen des Eisens, aus welchen wir diefs Metall durch den Schmelzprozefs darstellen können, zugleich die am häufigsten in der Erdrinde vorkommenden. Diejenigen Mineralien, in welchen das Eisen mit Körpern verbunden ist, deren vollständige Abscheidung ohne ökonomische Vortheile nicht geschehen kann, müssen zuweilen sorgfältig ausgeklaubt werden; zuweilen finden sie sich aber in so grofser Menge bei den eigentlichen Eisenerzen, dafs sie diese selbst zur Benutzung unbrauchbar machen.

Die meisten Eisenerze sind Oxyde, entweder rein, oder mit Beimengungen verunreinigt. Auch das kohlensaure Oxydul ist ein sehr häufiges Erz.

Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im unvollkommenen Oxydationszustande.

Charakterisirt durch einen schwarzen oder grauen Strich und durch octaëdrische Form. Die Erze, welche unter dem Namen: Magneteisenstein bekannt sind, folgen dem Magnet schon im rohen, nicht geglühten Zustande. Der Magneteisenstein kommt nicht immer derb, sondern mit sehr vielen Gebirgsarten, besonders mit Quarz, Granat, Hornblende, Kalkspath, Schwerspath, Flufsspath, Apatit, Asbest u. s. w. gemengt vor, die ihn bald leicht, bald

strengflüssig machen. Fast immer findet sich etwas Schwefelkies in seiner Begleitung, weshalb man ihn vor den Verschmelzen gewöhnlich röstet. Auch Blende, Bleiglanz und Arsenikkies pflegen Gefährten dieses Erzes zu sein. In einigen Gegenden kommt er häufig mit Titaneisen vor und wird dadurch strengflüssig. Er giebt vortreffliches hartes Eisen, erfordert aber eine sorgfältige Vorbereitung, da er mit Schwefelverbindungen und mit phosphorsaurem Kalk (Apatit) zusammenbricht, die ihn zur Anwendung unbrauchbar machen, wenn sie durch Klauben und Aufbereiten nicht abgesondert werden können. Man betrachtet den reinen Magneteisenstein als eine Zusammensetzung von gleichen Atomen Oxydul und Oxyd, oder von 31 Oxydul und 69 Oxyd, womit auch die besten Analysen übereinstimmen. Ganz reiner Magneteisenstein würde also 71,8 Proc. Eisen enthalten. Es giebt Magneteisensteine (Capao in Brasilien, la Plata), welche beim Zerreiben ein rothes Pulver bilden und die auch einen rothen Strich haben. Diese Erze sind wirkliche Magneteisensteine, denen Eisenglanz beigemengt ist. Auch Titaneisen kommt nicht selten als Beimengung des in den vollkommensten Octaëdern krystallisirten Magneteisensteins vor.

Eisen in Verbindung mit Sauerstoff im vollkommenen Oxydationszustande.

Charakterisirt durch einen rothen, braunen oder gelben Strich und durch rhomboëdrische Form. Sie sind weder im rohen, noch im geglühten Zustande dem Magnete folgsam, oder sie werden, wenn sie etwas Oxydul in der Mischung enthalten, doch nur sehr schwach angezogen. Diese Reihe von Eisenerzen zerfällt in zwei grofse Unterabtheilungen, von denen die eine die Eisenoxyde ohne Wasser und die zweite die Oxyde mit Wasser in sich begreift.

Eisenoxyde ohne Wasser. Mehr oder weniger eine rothe Farbe des Striches und des gepulverten Erzes, die sich durch Glühen nicht verändert. Eisenglanz, Eisenglimmer und Rotheisenstein. Eisenglanz und Rotheisenstein sind in ihrer Zusammensetzung durchaus nicht verschieden. Die Verschiedenheit im äufseren Ansehn ist wahrscheinlich nur eine Folge des dichteren Gefüges des Eisenglanzes, weshalb sich auch der Rotheisenstein ziemlich leicht, der Eisenglanz aber fast gar nicht in Säuren auflöst. Die Benennungen: Gemeiner Eisenglanz, Eisenglimmer, Glanzeisenstein, faseriger Rotheisenstein (rother Glaskopf), dichter Rotheisenstein, Eisenrahm, Eisenocker u. s. w. beziehen sich auf zufällige äufsere Gestalten, und sind ganz unwesentlich. Eisenglanz und Rotheisenstein kommen in der Regel mit Quarz, Eisenkiesel, Jaspis, Hornstein, Feldspath und mit andern kiesel- und thonhaltigen Mineralien vor, von denen

sie nicht immer durch Ausklauben getrennt werden können, und wodurch sie oft im hohen Grade strengflüssig werden. Schwefelkies ist kein sehr häufiger Begleiter des Rotheisensteins, wohl aber der Schwerspath, der ihn zuweilen zur Verarbeitung ganz unbrauchbar machen kann. Der Rotheisenstein giebt ein vortreffliches Eisen, von welchem gewöhnlich behauptet wird, dafs es einen hohen Grad von Zähigkeit, Weichheit und Geschmeidigkeit besitze. Der reine Eisenglanz würde 69 Proc. Eisen enthalten. Die chemischen Analysen des Eisenglanzes und des Rotheisensteins würden nachzuweisen haben, ob das natürliche Eisenoxyd geringe Quantitäten von Beimischungen aufnimmt, die seinen Charakter nicht verändern. Titansäure und Kieselerde scheinen solche Beimischungen zu sein, die zuweilen mit dem Eisenoxyde chemisch verbunden und nicht mechanisch mit demselben gemengt angetroffen werden. Ungleich häufiger kommt aber der Rotheisenstein in einem innigen Gemenge von Kieselthon, auch wohl mit kohlensaurer Kalkerde vor, wodurch er seinen Glanz verliert und ein erdiges Ansehn erhält, ohne jedoch den durch das rothe Eisenoxyd ausgezeichneten Charakter einzubüfsen. Ein solches Gemenge ist der sogenannte rothe Thoneisenstein, und auch von diesem hat man eine Menge von unnöthigen Unterabtheilungen gemacht, die sich auf die zufällige äufsere Gestalt beziehen. Der Rotheisenstein enthält indefs nicht immer die mechanischen Beimengungen in einem so fein zertheilten Zustande, dafs er dadurch das Ansehn des Thoneisensteins bekommt, sondern er erscheint in andern Fällen auch als eine dichte Masse von Rotheisenstein, die durch beigemengte Gebirgsarten (gewöhnlich Thonschiefer) verunreinigt wird. Der Rotheisenstein ist ein Hauptbestandtheil der grofsen erzführenden Gangformation, in welcher er zuweilen mit den übrigen Erzen mehr oder weniger gemengt vorkommt, mitunter aber den Hauptbestandtheil von weit sich erstreckenden Gängen bildet. Diese Gänge haben zu secundären Bildungen Veranlassung gegeben; es haben die Gewässer den Gang zerstört und ihn häufig gleich in der Nähe des Ganges wieder in Lagern abgesetzt. Diese Lager enthalten noch Bestandtheile, welche im Wasser aufgelöst waren, z. B. kohlensauren Kalk, wenn zu derselben Zeit eine Kalkformation sich bildete, oder Kieselsäure, wenn eine kieselichte Bildung stattfand, wie dieses z. B. auf dem Quarz am Büchenberge bei Elbingerode am Harz der Fall gewesen ist. Während der Gang Eisenglanz und Magneteisenstein in krystallinischen Massen und Schwerspath enthält, führt das Lager Versteinerungen und das Eisenoxyd in einem solchen Zustande, wie man es aus einer Flüssigkeit, worin es suspendirt war, erhält; folglich auch frei von Schwerspath und andern Mineralien dieser Art, von denen man es auch im Kleinen durch Schlämmen trennen kann. Aufserdem aber, dafs der Rotheisenstein sich sogleich wieder abgesetzt und grofse Lager gebildet hat,

kommt derselbe, weil er sich fast so leicht aufschlämmt wie der Thon, in vielen andern Formationen wieder vor, z. B. im Rothliegenden, im bunten Sandstein, im Keuper, in den rothen Thonen u. s. w.

Eisenoxyd mit Wasser. Brauner oder gelber Strich und ein eben so gefärbtes Pulver. Die braune und gelbe Farbe ändert sich in der Glühhitze in eine rothe oder bräunlichrothe um, indem der Wassergehalt verflüchtigt wird. Man rechnet hierher den Brauneisenstein. — Die gewöhnliche Zusammensetzung des Eisenoxydhydrats in dem Brauneisensteine ist die, dafs 3 Atome Wasser mit 2 Atomen Eisenoxyd verbunden sind, so dafs der ganz reine Brauneisenstein aus 85,3 Eisenoxyd und 14,7 Wasser besteht. Es kommen aber auch Brauneisensteine vor die mehr, und andere, die weniger Wasser enthalten. So enthält z. B. der Pyrosiderit (Göthit, Rubinglimmer) ungleich weniger Wasser als der gewöhnliche Brauneisenstein. Die gelbe Farbe des Strichs oder des Erzpulvers deutet nicht immer auf einen gröfseren Wassergehalt, sondern die braunen und gelben Farbennüancirungen scheinen noch mehr von der mechanischen geringeren oder gröfseren Auflockerung des Erzes herzurühren. Das Mangan ist in dem Brauneisensteinen häufig anzutreffen, obgleich die Beimischung des Manganoxyds selten einige Procente beträgt. Alle Brauneisensteine, die viel Manganoxyd in der Mischung enthalten, bekommen nach dem Glühen keine rothe, sondern eine braunrothe Farbe. — Der Schwarzeisenstein ist nichts anderes, als Brauneisenstein mit einem grofsen Gehalte von Manganoxyd. Aufser der Kieselerde enthalten die Brauneisensteine zuweilen eine kleine Quantität Phosphorsäure in der Mischung, oder es mag ihnen auch phosphorsaures oxydirtes Eisen blos beigemengt sein. Weil der Phosphorsäuregehalt dem Auge nicht immer deutlich erkennbar ist, so können die Beimischungen von dieser Säure, wenn sie bedeutend sind, oft grofse Nachtheile für die Beschaffenheit des Eisens hervorbringen. Mit den Beimengungen des Brauneisensteins verhält es sich fast eben so, wie mit denen des Rotheisensteins. Im älteren Gebirge behält der Brauneisenstein seinen Charakter, wenn ihm auch Bergarten, besonders Quarz, Schwerspath und Kalkspath, beigemengt sind. Er wird dadurch mehr oder weniger strengflüssig und erfordert häufig ein sorgfältiges Ausklauben, besonders wenn Schwerspath mit einbricht. Im jüngeren Gebirge wird das Gemenge des Brauneisensteins mit Silicaten, vorzüglich mit Kieselthon und oft sogar mit Sand, zuweilen so innig, dafs das Erz dann ein ganz gleichartiges Ansehen erhält. Solche Gemenge mit Kieselthon und Sand sind unter dem Namen der Bohnenerze und des braunen und gelben Thoneisensteins bekannt. Auch die Gelberde und Umbra gehören hierher.

Der Thoneisenstein enthält häufig aber auch bedeutende Quantitäten von Kieselerde in chemischer Verbindung mit dem Oxyde und nicht blos als

Gemenge. Der Uebergang aus dem Brauneisensteine in den braunen Thoneisenstein ist zuweilen so unmerklich, dafs oft nur das mechanische Gefüge oder der Lockerheitszustand der Erze zu dieser oder jener Benennung Veranlassung giebt. Aber es giebt auch Uebergänge aus dem braunen Thoneisensteine in wirkliche Eisenoxyd-Silicate, so oft es auch zweifelhaft wird, ob das Erz ein brauner Thoneisenstein oder eine wirkliche Silicatverbindung zu nennen ist. — Diejenigen Brauneisensteine, welche durch die successive Zersetzung der Spatheisensteine entstanden sind, werden in manchen Gegenden Braunerze genannt. Wenn die Zersetzung noch nicht vollständig erfolgt ist, heifsen sie Blauerze. Diese Braunerze enthalten häufig noch Beimengungen von kohlensaurer Kalk- und Bittererde, weil diese in den Spatheisensteinen häufig vorkommenden Beimengungen ihre Kohlensäure noch nicht verloren haben. Nach ganz zufälligen Aggregatverhältnissen hat man beim Brauneisenstein und bei dem braunen Thoneisensteine mehrere Benennungen eingeführt, z. B. Pyrosiderit, Lepidokrokit, Stilpnosiderit, brauner Glaskopf, schwarzer Glaskopf, Pecheisenstein, Wad, Linsenerz, Bohnenerz, Eisenniere u. s. w., welche indefs sämmtlich Verbindungen des Eisenoxyds mit Wasser, mit oder ohne Beimengungen, also Brauneisenstein oder brauner Thoneisenstein sind. Die verschiedenen bis jetzt bekannten Analysen von den natürlichen Eisenoxyd-Hydraten haben auch nur ein lokales Interesse, indem sie zeigen, ob diesem oder jenem Erze mehr oder weniger Mangan, Kieselerde, Kieselthon und Thonerde beigemischt oder beigemengt ist.

Zu den natürlichen Eisenoxyd-Hydraten kann man auch das Wiesenerz oder den Raseneisenstein (Hartstein, Kaulstein, Lindstein) rechnen, weil die wesentliche Zusammensetzung desselben Eisenoxyd mit Wasser ist. Fast immer enthält es auch noch Eisenoxydul, und sehr selten dürfte gar kein Manganoxyd darin gefunden werden. Die Humussäure, welche in den Wiesenerzen vorkommt, hat für den Hüttenmann kein Interesse, indem sie eben so wenig, wie der Wassergehalt, bei der Verschmelzung der Erze in Betracht kommt. Dagegen ist die Phosphorsäure ein sehr unwillkommener Bestandtheil der Wiesenerze, der niemals fehlt. Diese Erze sind ein Erzeugnifs der neuesten Zeiten und werden noch täglich durch Zusammenschwemmungen gebildet. Sie liegen gleich unter den Rasen der Wiesen, in Torfmooren, hauptsächlich in Ebenen. Ihre Zusammensetzung ist daher von vielen zufälligen Umständen abhängig, und sie wird sich zum Theil nach der Beschaffenheit des Bodens richten, auf welchem sie sich erzeugen. Die gewöhnlichen Beimengungen sind Sand und Kieselthon, zuweilen kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Bittererde. Wiesenerze, die sich in der Nähe von Gebirgen bilden, welche Chromeisenstein führen, enthalten auch Chrom. Der Phosphorsäuregehalt ist sehr verschieden und variirt von $\frac{1}{4}$ bis 6% und dar-

über. Die Wiesenerze (auch Sumpf- und Morasterze genannt) gehören zu den leicht reducirbaren und leichtflüssigen Eisenerzen. Das Roheisen aus Wiesenerzen ist sehr dünnflüssig, füllt die Formen beim Gusse sehr gut aus, enthält aber wenigstens so viel Phosphor, als sich in dem ganzen Phosphorsäuregehalte des verschmolzenen Erzes befindet, weil alles Phospat zu Roheisen reducirt wird und sich in dem Roheisen ansammelt, ohne dafs ein Theil in die Schlacke gebracht würde. Die Wiesenerze geben daher im Allgemeinen ein kaltbrüchiges Eisen, obgleich auch Wiesenerze mit einem so geringen Phosphorgehalte vorkommen, dafs sich aus dem Roheisen ein gutes und festes Stabeisen bereiten läfst.

Oxydirtes Eisen in Verbindung mit Säuren oder mit andern oxydirten Körpern,

welche die Stelle der Säure vertreten. Unter diesen Verbindungen des oxydirten Eisens werden zwar nur diejenigen als eigentliche Eisenerze angesehen, welche das Eisenoxydul in Verbindung mit Kohlensäure enthalten; es kommen aber auch Silicate des Eisens vor, deren man sich, obgleich nicht sehr häufig, als Eisenerze bedient. Die Verbindungen einiger andern Metalloxyde und Säuren mit dem oxydirten Eisen erfordern indefs die Aufmerksamkeit des Hüttenmannes, theils weil sie häufig mit den Eisenerzen vorkommen und auch in die Beschickung beim Schmelzen mit eingehen, theils weil es nothwendig ist, ihre Zusammensetzung zu kennen, um sie so viel als möglich zu entfernen.

Oxydirtes Eisen mit Titansäure, Titaneisen, Iserin, Mänakanit, titanartiger Magneteisensand. Titaneisen findet sich nicht selten in Begleitung der Eisenerze. In geringen Quantitäten scheint der Titansäuregehalt der Beschickung ganz gleichgültig zu sein; in gröfseren Quantitäten aber soll die Beschickung dadurch sehr strengflüssig werden. Ob aber wirklich ein Theil des Titans anders, als ganz mechanisch mit in das Roheinsen geführt und ob beim Verfrischen des Roheisens nicht alles Titan vollständig abgesondert wird, so dafs davon nichts in das Stabeisen mit übergeht, ist noch näher zu untersuchen.

Oxydirtes Eisen mit Chromoxydul. Chromeisenstein. Sehr oft ist das Chromoxydul im Chromeisensteine an zwei Basen, nämlich an das oxydirte Eisen und an Thonerde, gebunden. Das Chromeisen scheint in sehr geringen Quantitäten den Eisenerzen von den jüngern Formationen (den Thoneisensteinen, besonders auch den Sphärosideriten) beigemengt zu sein, weil nicht selten ein geringer Chromgehalt in dem aus jenen Erzen gewonnenen Roheisen gefunden wird. In dem Stabeisen aus solchem Roheisen

hat Herr Geheimerath Karsten nie eine Spur von Chromeisen mehr aufgefunden, so dafs es zweifelhaft ist, ob sich das Chrom in chemischer Verbindung mit dem Roheisen befindet.

Oxydirtes Eisen mit Kieselerde. Bisher noch niemals für sich allein, sondern stets in Verbindung mit andern Silicaten gefunden. Obgleich sehr viele Mineralien in ihrer Mischung auch Silicate des oxydirten Eisens enthalten, so gehören die Eisensilicate doch zu den selten vorkommenden Eisenerzen, weil die Verbindung mit den Erdsilicaten den Eisengehalt des Minerals so vermindert, dafs die Benutzung desselben auf Eisen nicht geschehen kann. Nur in wenigen Gegenden sind die Eisensilicate das eigentliche Eisenerz; gewöhnlich werden sie als Begleiter von Magneteisensteinen oder von andern Erzen mit verschmolzen. Sie dienen dann gewöhnlich als Flufs befördernde Mittel und tragen durch ihren eigenen Eisengehalt zur Vermehrung des Ausbringens aus den Erzen bei. Auch die Thoneisensteine und die unreinen Spatheisensteine aus den jüngeren Gebirgsformationen enthalten zuweilen Beimengungen von Silicaten, in deren Mischung ein Eisensilicat mit enthalten ist. Solche Thoneisensteine zeichnen sich durch ein dichteres, und so zu sagen, steinartiges Ansehen aus und stehen auf der Grenze zwischen den Brauneisensteinen und den Eisensilicaten. Von den eigentlichen Thoneisensteinen, nämlich von Eisenoxyden oder Eisenoxyd-Hydraten, welche durch eine blofse Beimengung von Silicaten (am häufigsten nur Thonerdesilicat) ein erdartiges Ansehen erhalten haben, müssen die wirklichen Silicatverbindungen des oxydirten Eisens wohl unterschieden werden. Man kann diejenigen Eisenerze, welche so viel Eisensilicat enthalten, dafs der Charakter des Erzes dadurch bestimmt wird, Kieseleinsenstein nennen, und es wird die Benennung Thoneisenstein nur für diejenigen Eisenerze beizubehalten sein, welche das Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat vorwaltend und im Gemenge mit Silicaten enthalten. Der Kieseleisenstein enthält das oxydirte Eisen theils im Zustande des Oxyduls, theils in dem des Oxyds, und er bekommt nach den verschiedenen Oxydationszuständen des Eisens ein sehr verschiedenartiges Ansehen. Kieseleisensteine, welche Oxydul enthalten, zeichnen sich durch hellrothe, blaue und grüne Farben aus, die bald lichter bald dunkler sind. Die grüne Farbe scheint durch den Wassergehalt veranlafst zu werden Magnetisch sind diese Erze nur dann, wenn sie Subsilicate sind; schon die Silicate scheinen dem Magnete nicht mehr folgsam zu sein. Enthalten die Kieseleisensteine Eisenoxyd, so haben sie eine gelbe oder eine röthlichgelbe, oder eine dunkelrothe oder dunkelgrüne Farbe. Die gelbe Farbe kommt vom Wassergehalte her. Vom Magnete werden sie natürlich niemals angezogen. Durch das Verhalten gegen die Säuren unterscheidet sich der Kieseleisenstein sehr wesentlich von dem Thoneisensteine. Aus dem letztern zieht die Salzsäure den

ganzen Eisengehalt und läfst das beigemengte Silicat als ein staubiges, oft sandartiges Pulver zurück. Das Verhalten der Kieseleisensteine beim Verschmelzen hängt zum Theil von den übrigen beigemengten Silicaten ab. In der Regel aber ist er sehr leichtflüssig und geneigt weifses Roheisen mit dunkelgefärbten Schlacken zu geben, wenn zu wenig Kalkstein zur Beschickung gekommen ist. Der Kalkstein ist für diese Erze kein Flufs beförderndes, sondern die Flüssigkeit erschwerendes Mittel. Viele Kieseleisensteine, die andere Silicate in der Mischung enthalten, können für sich allein und ohne Zuschläge verschmolzen werden. Es hängt indefs theils von dem Verhältnisse und auch von der Art der Silicate, theils aber auch von der Beschaffenheit und Einrichtung des Ofens und des Gebläses ab, ob der Gang durch Zusatz von zweckmäfsig gewählten Flüssen nicht verbessert werden kann. Ganz reine Kieseleisensteine können für sich nicht gut verschmolzen werden. Die Bisilicate würden nur wenig Eisen abgeben, und es würde etwa eben so viel Eisenoxydul in der Schlacke zurückbleiben, als nöthig ist, damit die Kieselerde mit dem Eisenoxydul ein Trisilicat bildet. Die Silicate und Subsilicate würden nach Verhältnifs ihres gröfseren Eisengehaltes zwar mehr Eisen abgeben, aber immer würde die Schlacke im Eisenoxydul-Trisilicat bleiben. — Alle Kieseleisensteine halten daher ohne Zuschläge sehr viel Eisen zurück. Sie geben eine schwarze Schlacke und weifses Roheisen und verlieren ihre grofse Leichtflüssigkeit nur dann, wenn sie mit Kalkstein in gehörigem Verhältnisse beschickt werden, wobei der unreine, Kieselthon haltende Kalkstein oft bessere Dienste leistet, als der ganz reine. — Zu den Kieselsteinen rechnet man: den Blaueisenstein vom Cap der guten Hoffnung, den Sideroschisolith aus Brasilien, das Bohnenerz von Cadern in Baden, die Grünerde, den Chlorit, die Hornblende, den Augit, manche Granaten, einige Basalte, manche Halbopale u. s. w.

Oxydirtes Eisen mit Kohlensäure. Wie die oxydirten Eisenerze in der Natur, theils rein, theils mit Silicaten gemengt, als Thoneisensteine angetroffen werden, so ist diefs auch bei den Erzen der Fall, welche der Hauptsache nach aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehen. Sie sind entweder rein, d. h. nicht gemengt mit Silicaten, obgleich sie gewöhnlich andere kohlensaure Oxyde mit Erden beigemischt enthalten, oder sie sind mit Silicaten gemengt und erhalten dadurch ein erdiges oder ein thonartiges Ansehen, weshalb sie lange Zeit ebenfalls für Thoneisenstein gehalten worden sind. Wenn man daher Spatheisenstein (Pflinz, Stahlstein, Weifserz) und Sphärosiderit unterscheidet, so versteht man unter dem Erstern die reinen und unter Letzterem die mit Silicaten gemengten kohlensauren Verbindungen, deren Basis vorwaltend aus Eisenoxydul zu bestehen pflegt. Dieser Unterschied ist an sich eben so unwesentlich, als der zwischen Rotheisenstein und rothem Thoneisenstein u. s. w.

Der Spatheisenstein und der Sphärosiderit haben jederzeit einen weifsen oder einen grauen Strich. Im rohen Zustande werden sie vom Magnet nicht gezogen, aber sehr stark, sobald sie geglüht worden sind. Nach dem Glühen erhalten sie eine schwarze Farbe, in welcher sich eine Beimischung von Röthlichbraun zeigt. — Dem kohlensaurem Eisenoxydul im Spateisensteine sind immer kohlensaure Bittererde, kohlensaure Kalkerde, kohlensaures Manganoxydul, auch wohl kohlensaures Zinkoxyd beigemischt. Letzteres kommt selten, das kohlensaure Manganoxydul fast immer vor. Zuweilen fehlt die kohlensaure Bittererde, und dann pflegt die kohlensaure Kalkerde vorhanden zu sein; zuweilen tritt der umgekehrte Fall ein, zuweilen sind beide vorhanden. Es giebt aber auch Dolomite, bei welchem das eine Mischungsgewicht der Basis, Kalkerde, und das zweite Mischungsgewicht, Bittererde und Eisenoxydul, in sehr verschiedenen Verhältnissen sind. In den gewöhnlichen Spatheisensteinen differirt der Gehalt an Manganoxydul von $\frac{2}{3}$ bis 11 Proc. und vielleicht darüber; der Gehalt an Kalkerde von 0 bis 1,7 Proc.; der Gehalt an Bittererde von 0 bis 3 Proc. Das kohlensaure Eisenoxydul macht aber immer den vorwaltenden Bestandtheil aus. Deshalb sind diese Erze auch sehr leicht reducirbar und geneigt, ein weifses Roheisen ohne dunkel gefärbte Schlacke zu geben, weil sie fast immer so viel quarzige Bergart beigemengt enthalten, dafs sich diese mit den übrigen im Spatheisensteine, welche viel kohlensaure Bittererde enthalten, strengflüssig verhält; indefs lassen sie sich mit zweckmäfsigen Zuschlägen sehr gut verschmelzen. Kommt es darauf an, graues Roheisen zu erzeugen, so haben diejenigen Spatheisensteine den Vorzug, in welchen sich die gröfste Beimischung von kohlensauren Erden befindet. Will man aber weifses Roheisen darstellen, so sind diejenigen Spatheisensteine vorzuziehen, welche viel kohlensaures Manganoxydul enthalten, weil das Manganoxydul sehr leicht- und dünnflüssige Silicate bildet. Der Spatheisenstein erleidet mit der Zeit eine Veränderung an der Luft und wird dunkler oder röthlichbraun gefärbt. Einige Spatheisensteine sind dieser Veränderung schneller als andere ausgesetzt. Die Verwitterung fängt an der Oberfläche an und verbreitet sich nach und nach ins Innere, so dafs man häufig Eisenspathe findet, die inwendig Weifserz (unzersetzter Spatheisenstein) und auswendig Braunerz (zersetzter Spatheisenstein) sind. Auf einigen Gängen arbeitet man noch in Brauneisenstein, ohne den Spatheisenstein erreicht zu haben, in andern ist man bis auf die Grenze gekommen, so dafs man recht deutlich sieht, dafs, wenn irgendwo durch eine Spalte Wasser von oben hat eindringen können, die Umänderung in Brauneisenstein erfolgt ist, während an andern Stellen der Spatheisenstein unverändert geblieben ist. In den meisten Gängen jedoch, in welche kein Wasser oder wenig eindringen konnte, wird nur im Spatheisensteine gearbeitet. Der Spatheisenstein wird durch das Verwittern locke-

rer und verliert seine ursprüngliche Festigkeit und Härte. Diese lassen sich durch das Rösten und Brennen ebenfalls heben, und die gerösteten Spatheisensteine haben auch eine dunkle, chokoladenbraune Farbe. Zwischen den natürlichen Braunerzen und den gerösteten Eisenspathen findet der Unterschied statt, dafs die letzteren durch die Röstung ihre Kohlensäure verloren haben und dafs das Oxydul in Oxyduloxyd umgeändert worden ist. Die Braunerze dagegen können zuweilen kohlensaures Eisenoxydul mit Eisenoxydhydrat, zuweilen reines Eisenoxydhydrat sein, je nachdem die Erze längere oder kürzere Zeit der Verwitterung unterlegen haben. Ohne Zutritt von Feuchtigkeit verändern sich die Spatherze niemals; allein der Zutritt der Luft ist eben so nothwendig. Die kohlensaure Kalk- und Bittererde nehmen an diesen Veränderungen keinen Theil, sondern bleiben zuletzt in dem Braunerze zurück. Der Gehalt an Eisenoxydul in den unzersetzten Eisenspath differirt von 42 bis 60 Proc., je nachdem das Erz mehr oder weniger Manganoxydul, Kalkerde und Bittererde im kohlensauren Zustande enthält.

Die Sphärosiderite erleiden durch das Verwittern dieselben Veränderungen, wie der Spatheisenstein und noch schneller. Sie sind mit den fremdartigen Einmengungen so innig vermengt, dafs das Erz ein ganz gleichartiges Ansehen erhält. Die Beimengungen sind gewöhnlich nur Kieselthon oder ein Thonerdesilicat, in welchem jedoch die Kieselerde bedeutend vorwaltet. Aufserdem können noch Beimengungen von phosphorsaurem Eisenoxyd, von phosphorsaurer Kalkerde, von Schwefelkies, von Chromeisen und von Titaneisen (?) vorkommen. Je nachdem diese Beimengungen in gröfserer oder geringerer Menge vorhanden sind, wechselt der Gehalt an Eisenoxydul zwischen 20 und 54 Proc. Die Sphärosiderite verhalten sich beim Verschmelzen häufig so wie die Spatheisensteine, die viel kohlensaure Erden in ihrer Mischung enthalten. Durch eine starke Beimengung von Thonerdesilicat kann jedoch der Gehalt an Eisenoxydul so geringe werden, dafs die Erze nicht mehr schmelzwürdig sind. Die Sphärosiderite sind leicht reducirbar, können dabei aber sehr strengflüssig sein, wenn sie keine Zuschläge von Kalkstein erhalten. Sie sind sehr geneigt weifses Roheisen mit dunkelgefärbter Schlacke zu geben, indem ein Theil des Eisenoxyduls an das Thonerdesilicat abgetreten werden mufs, um dieses flüssig zu machen. Bei einer richtigen Beschickung mit Kalkerde liefern sie ein gutes graues Roheisen mit lichter Schlacke. Je gröfser das Verhältnifs der Thonerde zur Kieselerde in dem beigemengten Silicate ist, desto strengflüssiger verhält sich das Erz. Die wenig Kieselerde enthaltenden Sphärosiderite erfordern daher einen Zuschlag von Kieselerde und Kalkerde. Die an Kieselerde reichen Erze kommen durch einen blofsen Kalksteinzuschlag in einen guten Flufs. — Der Spatheisenstein ist gleichfalls ein Hauptbestandtheil der grofsen metallführenden Gangformation. Er kommt häufig, wie

auch der Manganspath (kohlensaures Manganoxydul) mit den übrigen Erzen vor; zuweilen besteht aber die Gangausfüllung nur aus Spatheisenstein. Sehr häufig kommt er in den höheren Theilen der Gänge vor, während tiefer unten die übrigen Erze häufig gefunden werden. — Der Sphärosiderit kommt vorzugsweisen in den Thonlagern vor, welche mit den Steinkohlenlagern wechseln, und zwar findet er sich dann gewöhnlich in einzelnen sphäroidischen Stücken oder Nieren, die neben einander liegen und von verschiedener Gröfse sind. Aus diesem Erze wird die gröfsere Menge des Eisens überhaupt und besonders in England gewonnen, und in letzterem Lande ist man bei der Eisenerzeugung dadurch sehr begünstigt, dafs das Brennmaterial und das Erz zusammen vorkommen.

Oxydirtes Eisen mit Phosphorsäure. Es kommt nicht selten als unverkenubare Beimengung in den Roth- und Brauneisensteinen, in den Thoneisensteinen und Sphärosideriten, vorzüglich aber in den Wiesenerzen vor. Man kennt diese Verbindung aber auch in einem abgesonderten Zustande, d. h. derb oder krystallisirt und mit dem oxydirten Eisen des Eisenerzes nicht vermengt. Diese Verbindungen zu kennen, hat für den Eisenhüttenmann ein grofses Interesse, um sie, wenn es möglich ist, zu vermeiden und bei der mechanischen Aufbereitung der Erze, so weit es geschehen kann, auszuhalten. Die Phosphorsäure scheint sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit dem oxydirten Eisen zu verbinden, und dieses befindet sich dabei in sehr verschiedenen Oxydationszuständen. Die blaugefärbten Verbindungen enthalten vorzugsweise Eisenoxydul; die grün-, braun- und gelblichgefärbten vorzugsweise Eisenoxyd. Bis jetzt hat man zwar Eisenphosphate kennen gelernt (Vivianit), die kein Eisenoxyd enthalten; allein ein reines Eisenoxydphosphat, welches von allem Oxydul frei wäre, hat man noch nicht gefunden.

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht der in der Natur vorkommenden Mineralien, die sich durch einen grofsen Eisengehalt auszeichnen, dafs nur diejenigen unter ihnen wirklich auf Eisen benutzt werden, welche dieses Metall entweder blos im oxydirten Zustande oder in Verbindung mit Kohlensäure — in seltenern Fällen mit Kieselerde — enthalten.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Klassifikation und des Eisengehaltes der verschiedenen angewendeten Eisenerze.

Eisenerz-Gattungen.	Abänderungen.	Roheisen-gehalt.	Bemerkungen.
Magneteisenstein . .		0,80 bis 0,90	
Eisenglanz und Rotheisenstein . .	derbiger Eisenglanz .	0,60 — 0,80	Der angegebene Eisengehalt ist das Minimum und das Maximum von dem zu erlangenden.
	sandiger	0,45 — 0,50	
	rother Glaskopf. . . .	0,40 — 0,60	
	dichter Rotheisenstein .	0,50 — 0,70	
	ockriger Rotheisenstein	0,35 — 0,45	
Brauneisenstein . .	Glaskopf	0,40 — 0,50	
	dichter		
	oolithischer	0,30 — 0,40	
	körniger.	0,25 — 0,40	
	Raseneisenstein	0,35 — 0,55	
Kieseleisenstein . .		0,15 — 0,45	
Kohlensaures Eisen	Spatheisenstein	0,35 — 0,45	
	Braunerz		
	Sphärosiderit	0,30 — 0,45	

Das Probiren der Eisenerze.

Ehe man ein Erz verschmilzt, oder zu Gute macht, ist es nothwendig, die Menge seines Eisengehaltes kennen zu lernen; auch müfste man, ehe man es im Grofsen anwendet, stets seine Beschaffenheit untersuchen, damit man wenigstens annähernd mit der Art der Behandlung im Schmelzofen bekannt werde, die bei ihm zweckmäfsig ist und die durch ihre Resultate oft kostbare tappende Versuche zu vermeiden im Stande ist.

Man erlangt diese Kenntnisse mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit, indem man die Erze der Einwirkung der Säuren unterwirft, und indem man sie auf dem trockenen Wege, d. h. in einem sehr stark erhitzten Tiegel probirt. Durch ein solches Verfahren lernt man freilich die Zusammensetzung der Erze nicht kennen; allein zu der hüttenmännischen Behandlung derselben ist es bei weitem weniger nothwendig, die Bestandtheile der Erze und deren gegenseitige Verhältnisse zu erforschen, als die der Erdbasen, welche bei denselben vorherrschen.

Die Beschaffenheit dieser Basen giebt auch die der Erze an, und da die Kalk-, Thon- und Kieselerde die hauptsächlichsten von den in den Erzen vorhandenen Erden sind, so haben die Hüttenleute eine Eintheilung von jenen in kalkige, thonige und kieselige Erze darauf begründet, um dadurch anzudeuten, welche von jenen Erden darin vorherrscht.

Diese verschiedenen Beschaffenheiten der Erze unterscheiden sich durch folgende Kennzeichen:

Die kalkigen Erze *) veranlassen, wenn man einen Tropfen Säure darauf bringt, ein um so lebhafteres Aufbrausen, jemehr Kalk sie enthalten **).

Die thonigen Erze fühlen sich sanft und seifenartig an, und hängen um so stärker an der Zunge, jemehr Thon sie enthalten, und brausen nur dann, wenn sie kalkhaltig sind.

Die kieseligen Erze lassen sich, jenachdem sie pulverisirt worden sind, rauh anfühlen, wie Sand oder zerstofsenes Erz, und brausen mit den Säuren nicht, sobald sie nicht eine gewisse Quantität Kalk enthalten.

Diese Kennzeichen sind selten gehörig geschieden; allein bei einiger Uebung und indem man als Vergleichungspunkt reine kalkige, kieselige oder thonige Substanzen nimmt, erkennt man die vorherrschende leicht.

Diese Angaben reichen im Allgemeinen hin, um als Führer bei der Behandlungsweise zu dienen, die bei verschiedenen Erzen anzuwenden zweckmäfsig ist.

Vor Allem ist sehr wichtig zu wissen, ob ein Eisenerz Phosphor enthalte, und man gelangt leicht dahin, indem man folgendermaafsen verfährt: Nachdem man eine gewisse Quantität von dem Erze pulverisirt hat, bringt man es in einen Glaskolben und giefst Schwefelsäure hinzu, so dafs man ein etwas flüssiges Gemisch erhält; man setzt den Kolben auf heifse Asche oder in ein Sandbad und läfst die Säure ungefähr eine Viertelstunde kochen. Man verdünnt die Flüssigkeit mit dem Vier- und Fünffachen ihres Gewichts an reinem Wasser und filtrirt das Ganze. Enthält nun das Erz Phosphor, so wird die Flüssigkeit trübe und es fällt nach und nach ein weifses Pulver zu Boden, welches mit Eisen verbundener Phosphor ist. Trübt sich aber die Flüssigkeit nach Verlauf von mehreren Tagen nicht, und giebt sie keinen weifsen Bodensatz, so ist das Erz von guter Beschaffenheit und das daraus erfolgende Eisen weich.

Was nun das Vorhandensein von Schwefel betrifft, so erkennt man ihn zuweilen durch die kleinen Krystalle oder Schüppchen von goldgelbem Schwefelkies; ein andermal durch die irisirenden Farben auf dem Bruche, und jedenfalls, wenn die Kennzeichen fehlen, so wie, wenn sie auch vorhanden sind, durch

*) Die kohlensauren Erze brausen auch, wenn sie mit Mineralsäuren in Berührung kommen, selbst wenn sie weder kohlensauren Kalk, noch andere erdige Carbonate enthalten; eben so wenig weist auch die Probe mit einer Säure die Beschaffenheit des Erzes nach. Jedoch sind die Abänderungen der Gattung leicht von andern Erzen zu unterscheiden; unter denselben bildet der Spatheisenstein eine Klasse für sich, und die Sphärosiderite können im Allgemeinen als thonig angesehen werden.

**) Man kann zwar jede Säure anwenden, bedient sich aber gewöhnlich der Salpetersäure.

den Geruch nach verbranntem Schwefel, welchen das Erz verbreitet, wenn man es der Einwirkung des Feuers unterwirft.

Damit das Probiren auf dem trockenen Wege so genau als möglich ist, mufs man zuvörderst die Probe nehmen, d. h. Stückchen von allen Theilen der Haufen wählen, um ein Gemenge zu erhalten, welches fast den mittleren Eisengehalt des Erzes darstellt. Man mufs darauf alles das von den Stückchen entfernen, welches einige Ungewifsheit auf die Resultate werfen könnte. Zu dem Ende müssen die Erzstückchen zerstofsen, wenn es erforderlich ist, in der Siedhitze getrocknet und dann in einem bedeckten Tiegel in der Rothglühhitze calcinirt, oder geröstet werden. Der Verlust beim Trocknen giebt den Gehalt an mechanisch beigemengtem, der Glühverlust den des mit dem Eisen und der Kohlensäure verbundenen Wassers an. Man bemerkt den Gewichtverlust des Erzes bei diesen beiden Operationen besonders. Der Zweck der Calcination ist der, während der Probe das durch die Gasentwickelung verursachte Aufbrausen zu verhindern.

Das nun auf diese Weise vorbereitete Erz wird in einem gufseisernen Mörser pulverisirt und durch ein Sieb von Seide geschlagen.

Der Zweck der Probe ist: 1. Desoxydation oder Reduction des Erzes; 2. seine Schmelzung und die so vollständig als möglich bewirkte Abscheidung des Metalls.

Man reducirt das Erz leicht dadurch, dafs man es mit Holzkohle in Berührung bringt, oder es mit derselben vermengt; die Schmelzung und Abscheidung des Metalls erlangt man aber selten ohne einen Zusatz von Substanzen, welche sie befördern und die man Flüsse oder Zuschläge nennt.

Unter diesen Substanzen ist der Borax der stärkste Zuschlag. Er mufs vorher calcinirt oder geschmolzen werden, um das Nachtheilige des Aufblähens zu vermeiden, welches er erleidet, wenn er im krystallisirten Zustande angewendet wird. Es folgt alsdann der Flufsspath, das gemeine Glas und der reine Kalkstein (Kreide); gewöhnlich wird einer von diesen letztern Flüssen dem Borax zugesetzt.

Reiche Erze lassen sich sehr vortheilhaft mit 0,10 oder 10 Proc. Flufs- oder Kalkspath und mit einer gleichen Quantität calcinirten Borax behandeln. Diese Zusammensetzung des Flusses ist für Magnet- und für Rotheisenstein. Kieseleisensteine reduciren sich sehr gut mit einem Zusatze von 0,25 Flufsspath und 0,25 Kalkspath. Zuweilen ist letzterer allein hinreichend. Dieser Zuschlag ist auch bei Eisenglanz zweckmäfsig; reicht er nicht hin, so kann man auch 0,10 Borax zusetzen. Enthalten die Erze mehr Gangarten beigemengt, so kann der Flufs aus 0,10 Borax, 0,20 Flufsspath und 0,20 Kalkspath oder auch aus 0,10 Borax, 0,10 gestofsenem Glas und 0,25 Kalk bestehen. Diese Flüsse sind für Roth- und für Brauneisenstein zweckmäfsig.

Bei Bohnenerz und Raseneisenstein kann man einen Flufs anwenden, der aus 0,10 Borax, 0,25 Flufsspath und 0,25 Kalk besteht. Enthalten diese Erze viel Kalk und viel Thon und wenig Kiesel, so mufs man 0,25 gestofsenes Glas und eben so viel Flufsspath anwenden.

Spatheisenstein reducirt sich sehr gut mit einem Zusatze von 0,20 bis 0,25 Borax, und diese Flüsse reichen im Allgemeinen für alle leichtflüssige Erze hin.

Bei den Sphärosideriten, die gewöhnlich sehr thonig sind, wendet man mit Vortheil folgende Flüsse an: 0,50 Kalk, 0,25 zerstofsenes Glas oder auch 0,50 Kalk, 0,50 Borax, oder 0,10 Borax, 0,25 Kalk, 0,25 zerstofsenes Glas.

Diese verschiedenen Zusammensetzungen der Flüsse müssen nicht als unveränderlich angesehen werden, sondern nur als Angaben von Verhältnissen, die für verschiedene Mineralgattungen zweckmäfsig sein können. Statt des calcinirten Borax kann man auch eine fast gleiche Quantität zerstofsenes Glas anwenden, obwohl dabei keine so vollständige Reduction erfolgt.

Alle diese Materien, so wie auch die Holzkohle, müssen pulverisirt und, wie das Erz, durch ein seidenes Sieb geschlagen werden.

Das Schmelzen der Probe geschieht entweder in einem Gebläse- oder in einem Windofen, dessen Construction als bekannt angenommen werden darf. Der Luftzug wird hier durch die Esse bewerkstelligt; als Brennmaterial dienen Holzkohlen oder Koaks, die auf einem Roste brennen, über welchem auf einigen eisernen Trägern der Tiegel aufgestellt wird. Die Mündung über dem Schachte ist mit einer eisernen Platte bedeckt, und einige Zoll unter derselben führt ein Kanal (Fuchs) aus dem Ofenschachte in die Esse. Das Brennmaterial wird durch die obere Oeffnung hineingeworfen, der Tiegel aber durch eine andere, über dem Roste und in gleicher Höhe mit den Trägern, für die Tiegel angebrachte, eingeführt. Ist die Hitze zu stark, so wird der Fuchs durch einen Schieber geschlossen und die Deckplatte auf der Mündung des Ofens geöffnet. Durch die untere Oeffnung kann auch eine Muffel in den Ofen geschoben werden, die alsdann auf den Trägern ruht. Ein solcher Ofen ist daher als ein recht wirksamer Universalofen ohne Gebläse anzusehen, und sehr zweckmäfsig in allen Fällen anzuwenden, wo nicht eine grofse Anzahl von Proben einer und derselben Art gemacht werden mufs, indem man dem Ofen dann eine, auf diesen Zweck allein gerichtete, bequemere Einrichtung geben kann. — Zuweilen ist es von Wichtigkeit, den Ofen schnell abzukühlen und es läfst sich diefs bewerkstelligen, wenn man keinen festen Rost anwendet, sondern ihn aus einzelnen Stäben bestehen läfst, welche herausgezogen werden können. Noch schneller erreicht man diesen Zweck aber dadurch, dafs man einen rahmenartigen Rost auf der einen Seite in Zapfen gehen, ihn also um eine Angel sich drehen und auf der entgegengesetzten

Seite auf einer Unterlage ruhen läfst, die man nach Umständen wegziehen kann, so dafs der Rost dann senkrecht an seinen beiden Zapfen niederhängt und der ganze Raum im Schachte augenblicklich von Kohlen geleert wird.

Soll ein sehr hoher Grad von Schmelzhitze hervorgebracht werden, so genügen die Tiegelöfen mit einem natürlichen Luftzuge nicht mehr, und man mufs alsdann einen Gebläseofen nehmen. Man braucht einen solchen Ofen nur unter einen Rauchfang zu stellen, um die Dämpfe und die erhitzten Gasarten abzuführen. Der Tiegel wird auf eine blofse Unterlage gestellt; das Feuer hält man durch die Ofenwände ganz geschlossen und führt den Windstrom nicht auf einer Seite, sondern durch viele Oeffnungen in den Ofenschacht. Auch die Construction eines solchen, sogen. Seffströmschen Ofens darf als bekannt angenommen werden, da er in jedem guten Laboratorium zu finden ist. Er ist von starkem Eisenblech angefertigt und mit einem Futter von feuerfester Thonmasse ausgefuttert. Durch eine Oeffnung tritt der Wind aus dem Gebläse in den Zwischenraum zwischen dem Schachtfutter und der äufseren Wand des Ofens, verbreitet sich hier gleichmäfsig und tritt durch 8 Oeffnungen (deren Anzahl vermehrt oder vermindert werden kann) in den Schacht des Ofens. Mit den 8 Windöffnungen correspondirende 8 Oeffnungen in dem äufsern Mantel des Ofens dienen zum Reinigen der Oeffnungen, wenn diese durch Asche oder durch Unreinigkeiten verstopft sein sollten. Während der Operation sind sie mit eisernen oder thönernen Stöpseln geschlossen. In einem solchen Ofen kann eine Hitze hervorgebracht werden, in welcher das Stabeisen in Flufs kommt.

Man wendet zu dem Schmelzen entweder hessische oder solche Tiegel an, welche nach einem bestimmten Maafse verfertigt sind. Zu diesem letztern nimmt man feuerfesten Thon (sogenannte Charmotte), welche man zu einem Kuchen formt; aus diesem schneidet man etwas mehr als die nöthige Menge mit einem Blechring aus und drückt diese in die messingne Form ein, welche man mit Oel ausschmiert. Diese Form steht auf einem hölzernen Fufse, welcher mit einer kegelförmigen Oeffnung in der Mitte versehen ist. Oberhalb derselben ist eine messingne Platte eingelassen, welche eine kleine runde Oeffnung für einen Stift des Mönchs hat. Mit demselben drückt man den Thon fest zusammen, wobei ein Theil desselben herausgeprefst wird, den man alsdann mit einem Messer wegnimmt. Man schlägt darauf von unten an die Spitze des Mönchs, der dadurch so lose wird, dafs man ihn leicht herausnehmen kann, nimmt darauf die Nonne vom Fufse herunter, und drückt den Tiegel heraus, verschmiert dann sorgfältig die Oeffnung mit Thon, durch welche der Stift hindurchging, und läfst nun den Tiegel an einem heifsen Orte trocken werden. Diese Tiegel sind mehr bequem, weil man dafür pas-

sende Kohlen schneiden kann. Zu diesem Zwecke bringt man an dem Kohlenkasten eine Kurbel an, auf welche man ein Reibeisen von verzinntem Eisenblech steckt. Dieses verfertigt man über einer Holzform, welche genau die Gestalt des Mönchs hat, eine Kappe von Eisenblech aufpassen läfst, in die man mit einem dreikantigen Meifsel Löcher einschlägt. Die Holzform, welche sich nicht herausziehen läfst, dreht man aus. Wenn man die Kurbel herumdreht und ein Kohlenstück, welches sehr wenig gröfser, als die Form ist, hineindrückt, so wird es auf diese Weise genau so abgedreht, dafs es in den Tiegel pafst. In diese Kohle bohrt man zuerst mit einem kleinen Bohrer ein Loch, welches man nachher mit einem gröfseren, der sich in eine mit Schneiden versehene Halbkugel endigt, vergröfsert. Dieser Bohrer kann gleichfalls an die Kurbel angesteckt werden.

Die Kohle steckt man in den Tiegel, schüttet in das Loch die Eisenprobe und deckt es zuerst mit einer kleinen Kohle und hierauf mit einer gröfseren zu, wozu man das Stück, welches man von der abgedrehten Kohle, damit sie in den Tiegel hineingeht, abgeschnitten hat, indem man es auf der andern Seite gleichfalls abschneidet, am bequemsten verwendet.

Wendet man hessische oder feuerbeständige Tiegel an, von verschiedener Form, so nimmt man feingesiebtes Kohlenpulver, feuchtet es mit etwas Wasser an, so dafs es zusammenbackt, und drückt es alsdann in den Tiegel fest hinein. Diefs gelingt aber nur dann gut, wenn man das Kohlenpulver in kleinen Portionen einträgt. In der Mitte der Kohle bohrt man alsdann mit einem Messer, dessen vorderes Ende einen Halbkreis bildet, ein rundes Loch von derselben Gröfse und Tiefe, wie das Loch, polirt die Wände dieses Lochs mit einem recht glatten Pistill, schüttet die Probe hinein und bedeckt diese gleichfalls mit Kohlenpulver, welches man fest zusammendrückt. Für die Erlangung einer hohen Temperatur ist es wichtig, Kohlen von einer bestimmten Gröfse zu haben, damit weder durch zu enges Zusammenliegen der Zug verstopft werde, noch durch zu loses Aufeinanderliegen zu grofse Zwischenräume entstehen und kalte, unverbrannte Luft zum Tiegel gelangen könne. Kohlen von gehöriger Gröfse verschafft man sich, indem man Holzkohlen mit der Kohlenscheere ungefähr in Stücke von der nöthigen Gröfse zerschneidet. Der eine Arm der Kohlenscheere, welcher im rechten Winkel gebogen ist, ist an den sogen. Kohlenkasten angeschraubt, wogegen man den andern Arm mit der Hand fafst. Die Schneiden sind zwei Halbkreise, welche, wenn die Scheere zusammengelegt ist, sich nicht ganz berühren. Der bewegliche Arm ruht nämlich auf einem Vorsprunge des Arms, welcher im rechten Winkel gebogen ist. Man kann auf diese Weise, wenn man die Kohle zwischen die Schneiden gelegt hat, sie mit eiuem Ruck zertheilen, ohne dafs viel Kohlenstaub entsteht. Die zer-

schnittenen Kohlen nimmt man aus dem Kasten heraus, indem man die vordere Wand desselben herunterklappt; sie werden auf ein Sieb geworfen, dessen quadratische Oeffnungen $1\frac{1}{4}$ Zoll betragen, und das auf einem andern Siebe steht, welches Oeffnungen von $\frac{5}{8}$ Zoll hat. Auf diesem zweiten Siebe bleiben die Kohlen von der passenden Gröfse zurück. Sehr zweckmäfsig ist es, das Sieben etwas lange fortzusetzen, damit die Kohlen ihre scharfen Kanten verlieren.

In dem Windofen hat das Erhitzen der Tiegel weiter nichts Schwieriges; im Gebläseofen setzt man sie auf einen feuerfesten Stein. Zuerst wirft man taube und darüber glühende Kohlen hinein, damit sie langsam anbrennen. Nach einer halben Stunde läfst man das Gebläse wirken. Von Zeit zu Zeit mufs man das Heruntersinken der Kohlen mit einem eisernen Stabe zu befördern suchen, damit sich keine hohlen Räume bilden.

Die Quantität des Erzes, mit welchem man operirt, kann 10 bis 20 Grammen betragen; selten wendet man jedoch in einem gefutterten Tiegel mehr als 10 Grammen an. Nachdem man Erz und Flufs genau abgewogen hat, vermengt man beides vollkommen mit einander und macht mit Baumöl einen etwas festen Teig daraus. Man thut das Ganze in die Spur des Tiegels. Man bringt einen, oder gewöhnlich mehrere Tiegel in einen stark ziehenden Ofen. Nachdem die Proben einer halb- bis dreiviertelstündigen um so höhern Temperatur ausgesetzt gewesen sind, je härter das zu probirende Erz war und je schwerer es sich zu Pulver zerreiben liefs, ist die Operation gewöhnlich beendigt, und man findet auf dem Boden der Spur ein oder mehrere Metallkügelchen, welche aus Roheisen bestehen, so wie verglaste, Schlacken genannte Materien, welche von den Erden herrühren, die dem Erze beigemengt waren, oder die der Zuschlag enthielt.

Der Charakter einer guten Probe besteht darin, dafs das Metall nur eine einzige Kugel bildet, die man alsdann König nennt; dafs die Schlacke gut verglast, dafs sie aber nicht schwarz sei, weil sie sonst eine zu grofse Menge Eisenoxyd aufgelöst enthält, und der Metallgehalt dadurch vermindert worden ist. Dieser Nachtheil zeigt sich hauptsächlich, wenn die Kieselerde in dem Gemenge vorherrscht, und alsdann mufs man die Probe wiederholen, indem man etwas mehr Kalk zuschlägt. Die Probe wird niemals mifsrathen, wenn die den Flufs befördernden Zuschläge so gewählt sind, dafs man eine vollkommen flüssige Schlacke erhält, und wenn man sich auf die Heizkraft des Ofens verlassen kann. Das Eisen reducirt sich ungleich früher, als es schmilzt. Deshalb müssen die Zuschläge von der Art sein, dafs die Reduction des oxydirten Eisens im Tiegel schon erfolgt ist, ehe das Gemenge in Flufs kommt, weil sonst durch die Gasentwickelung bei der Reduction die flüssige Masse in eine sprudelnde Bewegung geräth, wodurch das Resultat

der Probe unrichtig wird. Ungleich gröfser ist aber der Nachtheil, wenn die Schlacke so steif bleibt, dafs sie auch in der Schmelzhitze des Eisens noch nicht in Flufs kommt, weil die Eisenkörnchen dann, in der Schlackenmasse zerstreut, sich nicht zu einem Korne ansammeln können. Einem solchen mangelhaften Erfolge der Probe läfst sich jederzeit durch ein gröfseres Verhältnifs von den Flufs befördernden Zuschlägen abhelfen; häufig reicht aber auch eine länger anhaltende Hitze schon hin, um die Schlacke in einen ganz flüssigen Zustand zu versetzen. Schwieriger sind die Eisenproben mit Erzen, in welchen das Eisenoxyd mit Kieselerde verbunden ist, und die Schlackenproben. Jene Erze, so wie die an Eisenoxydul reichen Schlacken, sind sehr leichtflüssig; sie verdanken aber ihre Leichtflüssigkeit dem oxydirten Eisen und werden in demselben Verhältnifs strengflüssiger, als sich das Verhältnifs des oxydirten Eisens durch die Reduction vermindert. Es läfst sich daher aus den Eisenschlacken der ganze Metallgehalt, ohne zweckmäfsige Flufszusätze, auf keine Weise darstellen, und man mufs eine solche Probe eben so behandeln, als ob man das strengflüssige Erz zu reduciren hätte. Deshalb erfordern auch alle Erze, in welchen das oxydirte Eisen entweder chemisch mit Kieselerde verbunden ist, oder welche Kieselerde mechanisch beigemengt enthalten, eine sehr starke und anhaltende Hitze zur vollständigen Reduction. Die Zuschläge müssen aber so gewählt sein, dafs sie für die Kieselerde die Stelle des oxydirten Eisens vertreten können. Für solche Erze, so wie für Frischschlacken, würde sogleich ein Zuschlag von Flufsspath oder von Borax unzweckmäfsig sein, weil zwar die Verschlackung, aber nicht die Reduction, dadurch befördert werden würde. Der beste Zuschlag besteht in Kalkstein, indem die Kalkerde mit der Kieselerde in Verbindung tritt und die Verschlackung des Eisens verhindert. Dem sich bildenden Kalkerden-Silicate mufs aber durch einen zweiten Zusatz eine gröfsere Flüssigkeit ertheilt werden, wozu der Flufsspath am meisten geeignet ist. Da es nun aber wenig Eisenerze giebt, die nicht mit Kieselerde oder auch mit Thon (Thonerde-Silicat) wenigstens mechanisch verunreinigt wären, so sind die Zuschläge von Kalk und von Flufsspath mit sehr wenigen Ausnahmen für alle Eisenerze und Eisenschlacken anwendbar. Nachdem die Schmelzung der Probe vollendet worden ist, trennt man den König sehr sorgfältig von den daran hängenden Schlacken, und wägt ihn, um das Verhältnifs zu bestimmen, welches zwischen seinem und dem Gewichte des angewendeten Erzes existirt.

Das Resultat der Probe ist ein Roheisenkorn, welches fast immer graues Roheisen sein wird, wenn die Probe lange in starker Hitze gestanden hat. Nur diejenigen Erze, welche Phosphorsäure oder Beimengungen von Schwefelkies enthalten, sind sehr geneigt, ein weifses Roheisenkorn zu geben, ob-

gleich sich das weifse Roheisen durch starke Hitze auch in graues umändert. Aus der mehr oder weniger spröden Beschaffenheit des Roheisenkorns auf die Güte des aus den Erzen darzustellenden Eisens schliefsen zu können, ist eine irrige Voraussetzung, weil die Sprödigkeit häufig nur eine Folge des Zustandes ist, in welchem sich das Eisen mit der Kohle verbunden hat. Noch weniger kann daher die Farbe des Roheisenkorns über die Güte des Eisens entscheiden, indem sie fast immer nur von dem Grade der Hitze abhängt, bei welchem die Probe reducirt und geschmolzen ist.

Die Eisenerzproben geben nur den Roheisengehalt des Erzes an, aber nicht den Gehalt an reinem Eisen. Wenn es den Proben nicht an Hitze gefehlt hat, so findet sich in der Schlacke kaum eine Spur von Eisenoxydul. Der durch die kleine Probe ausgemittelte Metallgehalt kann daher, wenn man wirklich eine richtige Durchschnittsprobe genommen hat, mit dem Ausbringen beim Verschmelzen der Erze im Grofsen sehr genau übereinstimmen. Häufig ist sogar das Ausbringen beim Verschmelzen in den Hohöfen gröfser, als der wirkliche Roheisengehalt, den die Erzprobe angiebt, weil das Eisen, aufser der Kohle, auch noch Silicium annimmt. Die Eisenerzprobe hat daher selten den Zweck, das Ausbringen bei den Schmelzarbeiten im Grofsen zu controliren, sondern sich nur vorläufig von dem Roheisengehalte des Erzes zu unterrichten. — Nur bei solchen Schmelzprozessen, bei welchen absichtlich ein bedeutender Theil des Eisengehalts verschlackt wird, würde die kleine Probe den Metallverlust anzeigen können, den man durch das gewählte Arbeitsverfahren erleidet.

Um den reinen Eisengehalt des Erzes zu erfahren, würde man entweder das Erz selbst analysiren, oder das durch die Erzprobe erhaltene Roheisenkorn auf den Eisengehalt untersuchen müssen. Diese Untersuchungen sind theils mühsam, theils schwierig und für die Praxis durchaus zwecklos; deshalb sind sie auch gar nicht ein Gegenstand für die eigentliche Probirkunst. Weil ein aufserordentlich geringer Schwefelgehalt das Eisen schon ganz unbrauchbar macht, indem es demselben die Schweifsbarkeit raubt, so werden die Erze, welche Schwefeleisen enthalten, von den Metallurgen sorgfältig vermieden. Es läfst sich indefs eine geringe Beimengung von Schwefelkies oft gar nicht verhindern. Daher ist es wichtig, das Verhalten der Alkalien und Erden gegen das Schwefeleisen zu kennen, weil bei der Verschmelzung der Erze fast immer Kalkerde zugegen ist. Nicht blos die Alkalien, sondern auch die Erden (Kalkerde, Bittererde, Schwererde und Strontianerde) zersetzen das Schwefeleisen, wenn sie in zureichender Menge angewendet werden, ganz vollständig, und zwar in der Art, dafs sie den Schwefel- und den Sauerstoff gegen einander austauschen. Dieser Austausch findet nicht statt, wenn die Erden mit Kieselerde verbunden sind, wenigstens dann nicht, wenn

sie in einem geringern Verhältnisse zugegen sind, als zur Bildung eines einfachen Silicats erforderlich ist. Wirklich wird durch die Kalkerde auch ein Theil des Schwefels in die Schlacke geführt; allein eine vollständige Entschwefelung läfst sich nicht bewerkstelligen, weil man aus andern Gründen kein grofses Uebermaafs von Erden beim Verschmelzen der Eisenerze im Grofsen anwenden darf. — Das Phosphoreisen verhält sich eben so, wie das Schwefeleisen. Es wird durch Alkalien und Erden theilweise sehr leicht, und bei einem grofsen Uebermaafse sogar vollständig zersetzt; aber das Erdensilicat vermag die Zersetzung nicht zu bewirken. Wenn umgekehrt ein schwefelsaures oder phosphorsaures Salz, bei welchem die Säure an ein Alkali oder an eine Erde gebunden ist, mit Silicaten und mit oxydirtem Eisen und mit Kohle geschmolzen wird: so bemächtigt sich das Eisen eines Theils des Schwefels oder des Phosphors, indem es einen Sauerstoff an das Metall des Alkali oder der Erde abgiebt. Dieser Erfolg tritt selbst dann ein, wenn die Kohle in so grofser Menge vorhanden ist, dafs nicht blos das schwefelsaure und das phosphorsaure Salz, sondern auch das oxydirte Eisen vollständig reducirt werden könnte. Deshalb sind Gyps, Schwerspath und Apatit sehr gefährliche Begleiter für die Eisenerze.

Vorbereitung der Erze.

So wie bei den Proben, so müssen auch die im Grofsen zu Gute zu machenden Erze gewisse mechanische Operationen erleiden, die den Zweck haben, entweder die fremden und schädlichen Materien so viel als möglich zu entfernen, oder um die Erze zur Reduction und Schmelzung vorzubereiten. Diese Operationen sind das Scheiden, das Waschen, das Rösten, das Pochen und das Abliegen an der Luft.

Scheiden und Abliegen. — Die Aufbereitung der Eisenerze ist einfacher, als die aller übrigen Erze; sie besteht nur in einer Handscheidung und in der Klaubarbeit, welche aber auch der Kosten wegen nicht zu complicirt sein dürfen. Das Pochen, als Mittel zur Aufbereitung, findet gar nicht bei den Eisenerzen statt, weil dadurch nur in sehr wenigen Fällen das Erz von taubem Gestein getrennt werden kann, und das Feinpochen der Eisenerze in den meisten Fällen unanwendbar ist. Schon bei der Gewinnung mufs man auf eine möglichst scharfe Trennung des Erzes von der Gang- oder Gebirgsart sehen. Oft wird indefs auf der Halde noch eine Handscheidung vorgenommen, theils um taubes Gestein wegzustufen, theils um eingesprengten Schwefelkies oder taubes Gestein auszuhalten. Ist die Gebirgsart von der Art, dafs sie durch langes Liegen an der Luft mürbe wird, so spart man die Kosten der Scheidung und läfst die Erze abliegen. Dies ist beson-

ders bei allen Thoneisensteinen nothwendig, indem der Schieferthon oder auch der zähe, weiche Thon so genau mit dem Eisenerze verbunden sind, dafs eine Scheidung sehr bedeutende Kosten verursachen würde. Vorzüglich müssen die mit Schieferthon sehr fest verwachsenen Erze sehr lange liegen bleiben, ehe sie zur Hütte gefahren werden. Bei den bisherigen Erzen ist dies Abliegen an der Luft unerläfslich, eben so für diejenigen, welche kohlensaure Talkerde enthalten. Es erfolgt dadurch eine Zersetzung des Schwefelmetalls oder der kohlensauren Talkerde, welche darauf durch die Feuchtigkeit weggeschafft werden, und es wird dadurch nicht allein die Röstung erleichtert, sondern auch ein besseres Eisen erzielt. Das Abliegen kann vor und nach der Röstung erfolgen.

Das Waschen. — Diese Operation wird 1) bei den erdigen Oxyden, d. h. bei sandigen, körnigen, und bei Rasenerzen, und 2) auch bei gewissen eigentlichen Eisensteinen oder festen Erzen angewendet, um sie von den erdigen Theilen zu befreien, mit denen sie verunreinigt, und welche der Schmelzung hinderlich und selbst nachtheilig sind. Wenn die Erden nur wenig anhängen, so erfolgt das Waschen in Sümpfen mittelst Menschenhänden. Hängen sie aber fest an, wie dieses bei den Bohnerzen der Fall ist, die im Thone vorkommen, so mufs man das mechanische Waschen anwenden. Wenn endlich die Erze eine zu harte Gangart haben, um sie durch die Wirkung des Wassers allein trennen zu können, oder wenn sie felsig (steinig) und blasig sind, so mufs man sie vorher zerkleinern.

Werden nur Menschenhände zum Waschen angewendet, so nimmt man die Arbeit gewöhnlich in hölzernen Trögen vor und läfst das Wasser nach Belieben hinzuströmen. Das Rühren und Umwenden der Erze geschieht in dem obersten Troge mit hölzernen Rechen, und zwar so lange, bis dafs sie gehörig gereinigt sind. Die erdigen Theile, welche das Wasser suspendirt erhält, werden oben weggeführt, während die schweren Erze auf dem Boden liegen bleiben. Zur Fortsetzung und Vollendung des Waschens werden die Erze darauf in einen zweiten und zuweilen auch in einen dritten Trog gebracht, worauf man sie mit einer Schaufel heraus nimmt und sie gehörig abtrocknen läfst.

Das mechanische Waschen geschieht in einen Waschwerk oder Waschmaschine. Sie besteht aus einer hölzernen, mit eisernen Schaufelarmen versehenen Welle, die durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt wird; ferner aus einen cylindrischen, hölzernen oder gufseisernen Troge, in welchem die Schaufelarme wirken. Von diesem Troge geht von der einen Seite und von oben ab ein Canal aus, der das Wasser zuführt. An derselben Seite und in derselben Höhe, oder etwas niedriger, befindet sich ein anderer Canal, der das lehmige Wasser von den Erzen abführt. An dem Boden der entge-

gengesetzten Seite des Troges ist eine Thür angebracht, welche die Verbindung mit dem untern Troge herstellt, der seinerseits auch mit einer Ablassung versehen ist, um das zum Waschen benutzte Wasser in den Untergraben des Rades abzuführen.

Das Verfahren bei dem Waschen ist folgendes: Nachdem das rohe Erz bis zum Rande des Troges an der dem Kasten entgegengesetzten Seite geschafft worden ist, setzt man das Rad in Bewegung und läfst Wasser einfliefsen. Darauf wirft der Arbeiter nach und nach die zu einer Operation erforderliche Erzmenge in den Trog. Die Arme und die Schaufeln rühren und theilen das Erz; das fortwährend hinzuströmende Wasser nimmt die erdigen Theile auf und fliefst damit ab. Nach einem längeren oder kürzeren Zeitraume, je nachdem die Erze mehr oder weniger erdig sind, öffnet der Arbeiter, nachdem er das Waschen für hinlänglich erachtet hat, die Thür am Boden des Troges, worauf das Erz von dem Wasser in den Kasten oder das Bassin geführt wird, dessen Schütz verschlossen ist. Dort rührt man es zur Vollendung des Waschens um, sammelt es darauf am oberen Theile von der Sohle des Bassins, läfst das Wasser ab, und wirft das Erz auf den Rand, um es ablaufen und abtrocknen zu lassen. Der Gewinn an gewaschenem Erze ist natürlich verschieden; gewöhnlich beträgt er aber $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ von dem rohen.

Um Erze mit harter Gangart oder felsige Eisensteine, welche mit Erde verunreinigt sind, zu verkleinern, unterwirft man sie der Einwirkung eines Pochhammers, oder eines Pochwerks, oder der eines Walz- oder Quetschwerks. Es ist in diesem Falle vortheilhaft, Poch- und Waschwerk mit einander zu vereinigen.

Die Stempel spielen in einem Troge, dessen Sohle mit einer gufseisernen Platte versehen ist, und vor ihnen befindet sich ein Rost, der nur das zerstofsene Erz durchläfst. Ein geneigter, offener Graben setzt den Pochtrog mit den beiden Wassertrögen in Verbindung, und das zerpochte Erz wird mittelst des Wassers fortwährend in diese hineingeführt.

Man läfst zuvörderst in einen von den Waschtrögen das zu einer Operation erforderliche rohe Erz hineingelangen, und während es gewaschen wird, füllt man den zweiten Trog. Auf diese Weise geht die Aufbereitung ununterbrochen fort.

Bei festen, felsigen Erzen müssen die Stempel mit gufseisernen Pocheisen versehen sein, damit sie schwer seien. Bei erdigen, agglomerirten Erzen aber braucht das untere Ende der Stempel nur mit einer gufseisernen Platte versehen zu sein, die mittelst Nägel mit sehr hervorstehenden Köpfen befestigt ist, damit die Körner nicht zerquetscht werden.

Die zweckmäfsigste Geschwindigkeit beträgt 12 bis 15 Umgänge der

Wasserwerkwelle in einer Minute und 20 bis 30 Hübe für jeden Pochstempel in derselben Zeit.

Zur Bedienung des Poch- und Waschwerks sind zwei Arbeiter und aufserdem einige Tagelöhner zum Herbeischaffen und Fortbringen der Erze erforderlich.

In einem solchen, entweder durch Handscheidung oder durch Abliegen und durch Klaubarbeit, oder durch Waschen, von den fremden Theilen möglichst gereinigten Zustande werden die Eisenerze dem Hüttenmann zur weiteren Verarbeitung übergeben.

Das Rösten. — Sind die Erze zur Hütte abgeliefert, so werden sie zuvörderst dem Rösten unterworfen. Nur die milden und nicht steinigen Erze brauchen nicht geröstet zu werden; man mufs sie aber unter dem Dache aufbewahren, oder sie vor dem Gebrauche trocknen, damit sie das Wasser, welches sie durch ihr Liegen in der freien Luft absorbiren, nicht in den Hohofen bringen. In regnichten Zeiten ist diefs eine nothwendige Vorsicht. Werden die gerösteten Erze nicht sogleich verschmolzen, so müssen sie ebenfalls im Trocknen aufbewahrt werden.

Die zu röstenden Stücke dürfen nicht zu grofs sein, indem sie sonst einen rohen Kern behalten, der, wenn er auch durchgebrannt werden sollet, ein Verschlacken der äufsern Theile veranlassen würde. Die Gröfse hängt von der Beschaffenheit der Erze ab, darf aber nie mehr als $\frac{1}{4}$ Kubikfufs betragen.

Kiesige Erze darf man nicht mit solchen, die nicht von Schwefelkies durchdrungen sind, zusammen rösten, weil sonst die sich entwickelnde Schwefelsäure die ganze Masse durchdringen würde. Der Hitzegrad richtet sich im Allgemeinen nach der Zusammensetzung und der Härte der Erze; bei den reinen Oxyden, so wie bei denen, die nur mit einem geringen Erdegehalte vermengt sind, und sich in der Temperatur, die man oft bei den Thoneisensteinen anwenden mufs, verglasen würden, darf sie nur gering sein. — Der Verlust, den die Erze beim Rösten erleiden, hängt von der mit ihnen verbundenen oder vermengten Kohlensäure und Wassermenge ab. Der Magneteisenstein nimmt 2 oder 3 Procent an Gewicht zu, da er einen höhern Oxydationsgrad erlangt.

Die Röstung geschieht entweder ganz im Freien oder zwischen Mauern, oder in einem Ofen. Der erste von diesen Prozessen ist einfach, aber unvollkommen. Nachdem der Boden geebnet ist, belegt man ihn zuerst mit einer Schicht Holz, kleinem Holz oder groben Steinkohlen, worauf abwechselnde Schichten von Erz und Brennmaterial folgen; zu den obern Schichten kann man auch unbedenklich die kleinen Steinkohlen benutzen. Die Stärke der Erzschichten hängt von der Qualität des Brennmaterials, so wie auch

von dem Hitzegrade ab, den die Erze, ohne sich zu verschlacken, ertragen können, und mufs durch die Erfahrung bestimmt werden. Auch die Gröfse der Rösthaufen ist sehr verschieden; die gröfseren gewähren Brennmaterialien-Ersparung. — Will man die Erze blos trocknen, so schichtet man sie ebenfalls mit etwas Kohlenlösche oder mit Holzreisig auf.

Zur Brennmaterialien-Ersparung, und um einen mehr gleichförmigen Hitzegrad zu geben, umgiebt man die Röststätte auf den dreien, dem Winde am meisten ausgesetzten Seiten mit Mauern, und auf diese Weise vermeidet man es, dafs sich die dem Zuge ausgesetzten Erze verschlacken, ehe das Rösten vollendet ist. Die Sohle solcher Röststätten oder Röststadeln ist gepflastert, man bedeckt sie mit Holze, Holzabfällen, Quandel oder Steinkohlen und läfst dann abwechselnde Schichten von Erz und Brennmaterial folgen. Hin und wieder verschliefst man auch die vierte Seite mit einer Mauer.

Kann man die Röststadeln am Abhange eines Berges anlegen, so wird dadurch das Eintragen sehr erleichtert; jedoch mufs die Sohle der Stadeln immer horizontal sein. Zuweilen sind die Mauern 10 bis 12 Fufs hoch. Auf einer von den vier Seiten bringt man eine Thür an, die während des Röstens versetzt oder vermauert wird. Durch diese Oeffnung gelangt man in den Raum, sowohl um die ersten Schichten des Brennmaterials und des zu röstenden Erzes einzutragen, als auch, um das geröstete Erz auszuziehen.

Wenn die Erze ein starkes Röstfeuer vertragen können oder kiesig sind, so mufs man einen starken Luftzutritt erhalten. Zu dem Ende bringt man auf den vier Seiten Oeffnungen an, die man dann auch zu gleicher Zeit zur Regulirung des Feuers benutzen und sie nach Belieben verschliefsen kann. Die Gestalt der Stadeln ist beliebig, sie kann eben so gut rund, als viereckig sein.

Die Dauer des Röstens richtet sich nach der Gröfse der Stadeln und beträgt 8 und mehrere Tage. Das Anzünden des Brennmaterials kann oben, in der Mitte, oder unten geschehen. Die gröfsten Erzstücken kommen in die unterste Schicht, die kleinern mehr in die obere, ganz oben das Röstklein. Wo ein feuchter Boden ist, mufs man unter die Sohle Abzüchte anbringen.

Zuweilen bringt man mehrere Stadeln neben einander an, die blos durch eine Scheidewand getrennt sind. Besser ist es jedoch, nur zwei gröfsere zu haben, von denen die eine im Betriebe ist, während man aus der andern die Erze herauszieht; es wird dadurch Brennmaterial erspart.

Das Rösten im Ofen entspricht den Bedingungen einer guten Vorbereitung und den ökonomischen Rücksichten am besten, gewährt auch aufserdem noch den Vortheil, dafs die Operation stets fortgehen kann. Daher sind die

schachtförmigen Röstöfen jetzt allgemein, besonders auf den gröfsern Hüttenwerken, in Anwendung, weshalb wir näher davon reden wollen.

Die Formen und die Dimensionen dieser Oefen sind, nach der Beschaffenheit und nach der Qualität der zu röstenden Erze, verschieden, sie haben entweder die Gestalt eines abgestumpften Kegels oder eine eiförmige, oder eine aus einem Cylinder und aus einem kegelförmigen Raume bestehende Form. Die Dimensionen wechseln von $6\frac{1}{2}$ Fufs bis 18 Fufs die Höhe, von $2\frac{1}{2}$ Fufs bis $3\frac{1}{4}$ Fufs der Durchmesser an der Sohle, von $5\frac{3}{4}$ Fufs bis 11 Fufs Durchmesser in der Gicht.

Die Dimensionen haben einen grofsen Einflufs auf die Resultate. In den grofsen Oefen erfolgt die Röstung regelmäfsiger und schneller, weil die Erze einer höhern und zugleich besser graduirten Temperatur unterworfen sind. Auch gewähren sie eine bessere Brennmaterialien- und eine Ersparung an Arbeitslöhnen.

Wenn die Oefen grofse Dimensionen haben, so müssen sie oben zusammengezogen sein, um die Hitze besser in sich zu halten, und diefs ist besonders bei harten Erzen nöthig, die ohnedem unvollkommen geröstet werden würden.

Für weichere und leichtflüssigere Erze, wie Spatheisenstein und Sphärosiderit, sind die conischen oder cylindrischen Oefen zweckmäfsiger, weil man alsdann das Verglasen der Oberflächen der Erzstücken weniger zu befürchten hat.

Das Verfahren bei dem Rösten ist sehr einfach und die dabei anzuwendenden Brennmaterialien können in Holzkohlen, in Steinkohlen oder in Holz bestehen. Man kann mit denselben auch ein Viertel oder ein Fünftel des Volums kleine Koaks, die beim Verkoaken fallen und beim Schmelzen nicht anzuwenden sind, vermengen.

Nachdem der Ofen vorher sehr vollkommen getrocknet worden ist, bringt man auf die Sohle trocknes Holz und Reisig, die man bis auf 19 bis 30 Zoll Höhe sorgfältig aufschichtet. Auf dieses Holz bringt man eine Schicht kleiner Steinkohlen oder von Holzkohlenstübbe, die zu nichts Anderm benutzt werden kann, und macht sie ungefähr 2 — $2\frac{1}{4}$ Zoll hoch. Auf diese Kohlenstübbe-Schicht breitet man eine Schicht Erz von fast derselben Stärke aus, über diese wieder eine Brennmaterialien-Schicht, und fährt nun mit solchen Schichten bis zur halben Höhe des Ofens fort. Nun zündet man das unten liegende Reisholz an, und wenn das Feuer in der obersten Schicht zu erscheinen beginnt, so füllt man den übrigen Theil des Ofens bis zur Gichtöffnung aus.

In dem Verhältnisse, als die Röstung vorschreitet, zieht man das Erz aus den untern Oeffnungen, und da die ganze Füllung des Ofens sich senkt,

so giebt man oben durch die Gicht wiederum Brennmaterial und Erz auf, um ihn stets voll zu erhalten.

Wendet man Holz zum Rösten an, so mufs man die Aeste benutzen, welche zu dem Ende in kurze Stücken zerschnitten werden. Man füllt den Ofen auf eine ähnliche Weise und müssen die Holzschichten, mit Ausnahme der ersten, eine Stärke von 4 — 6 Zoll und die Erzschichten eine Stärke von 10 — 12 Zoll haben. Weiche oder bröcklige und leichtflüssige Erze können mit Reisholz geröstet werden; allein alsdann müssen die Erz- und Brennmaterialschichten eine fast gleiche Stärke haben.

Der Röstarbeiter mufs dahin sehen, dafs die Schichten gleichförmig niedergehen, und dafs auch die Wirkung des Feuers gleichförmig sei. Ist diefs nicht der Fall, so fährt er mit einem langen Spiefs hinein, um den Niedergang zu bewirken, und das Feuer an dem Punkte besonders lebhaft zu machen. Ist dies letztere an gewissen Punkten zu lebhaft, so bedeckt man es mit Erz.

Das aus dem Ofen kommende Erz wird durch ein Rätter oder grobes Sieb geworfen, um Asche und Staub davon zu trennen. Ein auf der Sohle der Oefen befindlicher Rost macht diese Operation unnöthig; allein die Röstung ist schwieriger zu leiten, da ein solcher Ofen mit einem Roste einen zu starken Zug hat und die Erze häufig zusammenfrittet.

Um die Reste von zerfallenem Thoneisensteine zu rösten, vermengt man sie mit anderen Erzen zu einem steifen Teige, macht Ziegelsteine daraus, die man trocknet und dann in den Röstofen bringt.

Die durch das Sieb gefallenen Stückchen und den Staub vermengt man mit etwas steifer Kalkmilch und bildet aus dem Teige ebenfalls Ziegelsteine, die, wenn sie gut getrocknet sind, zu einem Zehntel oder einem Zwölftel der Hohofenbeschickung zugesetzt werden können.

In einem eiförmigen Ofen zu Lavoulte in Frankreich röstet man im Durchschnitte in 24 Stunden und in jedem Ofen 250 Centner dichten und ochrigen Rotheisenstein. Man verbraucht dazu 4 — 4½ Proc. von dem Gewichte des Erzes Staubkohlen und kleine Koaks. Bei einem etwas lebhaften Betriebe kann man in einem Ofen täglich bis über 300 Centner rösten und der Kohlenverbrauch beläuft sich dabei auf 5 Procent.

Auf der Hütte zu Vienne im französischen Isère-Departement wurden dieselben Erze in einem conischen Ofen von mittleren Dimensionen geröstet und veranlafsten einen Kohlenaufwand von 7 — 8 Proc. und bei einem täglichen Röstquantum von 170 — 190 Centner.

In den Oefen in Südwales röstet man Sphärosiderite. In jedem können in 24 Stunden 380 — 420 Centner geröstet werden und der Steinkohlenaufwand beträgt ebenfalls 4 — 5 Procent.

Der passendste Platz für die Röstöfen ist die Plateform, welche mit der Gicht der Hohöfen in einem Niveau liegt, welches jedoch nur da möglich ist, wo die letztern an einen Gebirgsabhange angelehnt sind. Man stellt sie alsdann neben oder hinter die Hohöfen, je nachdem das Terrain es gestattet. Ueberall aber ist es vortheilhaft, zum Transporte der Erze kleine Eisenbahnen vorzurichten.

Das Pochen der Erze. — Das Pochen hat den Zweck, den Eisenstein zu verkleinern, damit Reduction und Schmelzung erleichtert und vollständiger werden. Die Stücken müssen um so kleiner werden, je niedriger die Oefen sind, und ihre Gröfse geht von der einer Nufs bis zu der eines Eies. Ein Pochen zu Staube mufs vermieden werden, weil dadurch sehr viel verloren geht, obwohl man den sogenannten kleinen Eisenstein recht gut benutzen kann. Das Pochen geschieht nach dem Rösten, nicht allein, weil durch diese Operation der Zusammenhang und die Festigkeit der Erze vermindert wird und sie daher leichter zerkleinert werden können, sondern auch, weil die Gangart, welche sie noch enthalten, sich noch davon trennt, welches für die Schmelzung von Wichtigkeit ist. In dieser Beziehung ergänzt das Pochen das Ausschlagen.

Man zerkleinert die Eisenerze mittelst Handhämmern, mittelst Pochstempeln, welche durch Menschenhände, so wie mittelst Pochwerken oder mittelst Walzen, welche beide durch Maschinenkräfte bewegt werden. Das Zerpochen durch Menschenhände verdient, obgleich es theurer ist, den Vorzug, weil es ein sorgfältigeres Aushalten gestattet.

Von den Zuschlägen oder Flufsmitteln.

Nur sehr wenige Eisenerze können ohne allen Zusatz, für sich allein, im Grofsen mit Vortheil zu Gute gemacht werden, d. h. ein Metall von guter Qualität, und in so gorfser Quantität ausbringen, als es ihre Beschaffenheit erlaubt und mit dem möglichst geringen Kostenaufwande an Brennmaterial.

Um zu diesen Resultaten zu gelangen, mufs man, wie bei den Proben, Zuschläge anwenden, die gewöhnlich aus erdigen Substanzen und zuweilen aus verglasten Materien oder in Schlacken (Frischschlacken) bestehen.

Die Zuschläge, deren man sich beim Beschicken der Eisenerze bedient, haben den Zweck, entweder die in zu grofser Menge in der Gattirung befindliche Kieselerde durch basische Erden zu sättigen, oder den Mangel an Kieselerde durch quarzige Zuschläge zu ersetzen, oder auch wohl, durch Bildung von mehreren und zusammengesetzten Silicaten, die Verschlackbarkeit der Erden zu erhöhen. Jede Art von Eisenerzen erfordert daher besondere Zuschläge, sowohl der Menge, als der Beschaffenheit nach. Erze, z. B. die keine Kieselerde, sondern blos Thonerde, Kalkerde oder Bittererde in ihrer

Mischung enthalten, verlangen Zuschläge von Kieselerde. Ist die Menge der Thonerde überwiegend, so müssen solche Zuschläge gewählt werden, bei welchen sich die Schlacke mehr einem Silicat, als einem Bisilicat nähert. Enthalten die Erze mehr Kalk und Bittererde, als Thonerde, so wählt man die Zuschläge in der Regel so, dafs sich die Schlacke am mehrsten der Zusammensetzung eines Bisilicats nähert; obgleich sie, bei einem grofsen Gehalte an Kalkerde, auch schon ein Trisilicat sein kann. Erze, die viel Manganoxyd enthalten, müssen immer so beschickt werden, dafs die Schlacke ein Trisilicat wird, damit sie nicht zu leichtflüssig ausfalle. Eisenerze mit einer überwiegenden Menge von Kieselerde sind immer sehr leichtflüssig und zur Verschlackung geneigt; sie müssen daher Kalksteinzuschläge erhalten, um sie strengflüssiger zu machen. Enthalten sie aufser der Kieselerde auch Thonerde, so leistet der reine Kalkstein die besten Dienste. Sind sie aber von Thonerde ganz frei, so kann ein thonhaltiger, unreiner Kalkstein wirksamer sein. Die Quantität des Zuschlags mufs für jedes in seinem Verhalten noch nicht bekannte Erz durch Probeschmelzen ausgemittelt werden. Im Allgemeinen müssen die Zuschläge denselben Aggregratzustand erhalten, wie das zu verschmelzende Erz. Nur dann, wenn ocherige Erze verschmolzen werden, die sich im Ofen dicht übereinander lagern, wendet man die Zuschläge in gröfsern Stücken an. Flufsspath ist für sehr strengflüssige Erze ein guter Zuschlag, indem er, schon in geringen Quantitäten angewendet, die Schmelzbarkeit sehr befördert. Aufser den eigentlichen Flüssen, dem Kalksteine, dem Thone, dem Quarz und dem Mergel, giebt es noch Mineralien, welche zwar wegen ihrer Mischung nicht eigentlich zu den Flüssen gerechnet werden können, die aber dennoch den Flufs der Erde befördern, und daher die Anwendung von weniger wirklichem Flufs möglich machen, aber auch zugleich wegen ihres Eisengehalts zu einer stärkern Eisenerzeugung beitragen. Hierzu gehören alle Silicate, welche oxydirtes Eisen enthalten und welche, wenn der Gehalt an Eisensilicat zunimmt, dadurch wirklich zu den Kieselsteinen gerechnet werden müssen. Dahin gehören: Hornblende, Basalt, besonders die Wacke und der Granat. Wo man Gelegenheit hat, diese Mineralien anzuwenden, nimmt man sie gern, weil sie einen guten Gang im Ofen machen und weil man in einzelnen Fällen durch sie des Flusses ganz entübrigt sein kann. In andern Fällen bringt man dadurch aber auch viel Kieselerde in die Beschickung und erhält weifses Roheisen, weshalb man, wenn es die Absicht ist, graues Roheisen zu erhalten, gleichzeitig stärkere Zuschläge von Kalkstein anwenden mufs.

Probiren der Zuschläge. — Ehe man einen Hohofenbetrieb beginnt, mufs man sich erst von der Beschaffenheit der nöthigen Zuschläge überzeugen und einige annähernde Angaben über die anzuwendende Quantität

derselben zu erlangen suchen. Man gelangt durch Proben auf dem trocknen Wege dazu, indem man auf die folgende Weise verfährt:

1) Man macht einige Proben mit dem Erze, um seinen Roheisengehalt kennen zu lernen (siehe das Probiren der Erze).

2) Man macht eine Reihe von Versuchen mit demselben Erze, dem man die erdigen Zuschläge zugesetzt hat, und indem man die Quantitäten so lange verändert, bis dafs man einen durchschnittlichen Roheisengehalt erhält, der dem bei den erstern Proben erlangten sehr nahe steht. — Jedoch können diese Verhältnisse nicht genau diese sein, welche man im Grofsen anwenden mufste, und man wird, wenn wir von der Menge der anzuwendenden Zuschläge reden, einsehen, welches die modificirenden Ursachen sind. — Wendet man statt eines einzigen Erzes mehrere zusammen an, so mufs man zuvörderst die leichtflüssigsten und vortheilhaftesten Verhältnisse aufsuchen, nach denen sie mit einander vermengt oder beschickt werden, und verfährt dann genau auf die oben angegebene Weise.

Schmelzbarkeit der Erze. — Es findet ein sehr grofser Unterschied zwischen der Schmelzbarkeit oder Leichtflüssigkeit der Erze statt, und mit welcher Sorgfalt man auch die Menge der Zuschläge bei der Beschickung regulirt, so ist es doch unmöglich, sie gänzlich zu entfernen.

Es würde sehr wichtig für die zweckmäfsige Vorrichtung der Apparate und für die Regulirung des Betriebes sein, eine Classification der Erze nach ihrer Schmelzbarkeit zu haben; allein eine solche Classification ist um so schwieriger, da sich die Erze bei den Proben und in den Schmelzöfen nicht gleichartig verhalten. Auch kann diefs nicht anders sein, denn im ersteren Falle operirt man ohne Zutritt der Luft, wogegen in dem zweiten Falle ganze Massen derselben die zu schmelzenden Materien durchströmen, um die Verbrennung zu befördern.

Eben so schmelzen die weichen Erze, welche wenig Schlacke geben, beim Probiren leicht, wogegen sie in den Schmelzöfen am schwierigsten zu behandeln sind. Diese Erze, welche man dürre Erze nennt, geben oft ein Roheisen von geringerer Qualität und erfordern einen hohen Kohlensatz.

Man kann diese Erze daher in der Praxis in die Klasse der strengflüssigen setzen; es gehören dahin der Magneteisenstein, der Eisenglanz, der Rotheisenstein, der Brauneisenstein, die Kiesel- und die Thoneisensteine.

Für die andern Erze giebt die Probe mit erdigen Zuschlägen ein weit sichreres Anhalten. Eben so mufs man diejenigen Erze als leichtflüssige Flufserze ansehen, die sich im Tiegel ohne alle oder mit einer nur geringen Quantität von Zuschlägen reduciren und die ohne eine zu hohe und zu anhaltende Temperatur schöne Eisenkönige geben.

Es gehören dahin die Raseneisensteine, die zu gleicher Zeit sehr leicht-

flüssig und sehr leicht reducirbar sind; die Spatheisensteine, welche fast immer einen Mangangehalt haben; die Schwarzeisensteine, manganhaltige Hydrate; ferner der gröſste Theil der Kieseleisensteine und ein groſser Theil von den Sphärosideriten.

Fast alle übrigen Erze reduciren sich im Tiegel nur mit einem sehr starken Verhältnisse von Zuschlägen und mit Hülfe einer anhaltend hohen Temperatur. Sie bilden die Klasse der Erze von mittlerer Leichtflüssigkeit, die man auch Gemengsteine (Quick- oder Fluſserze) nennt, weil sie eine solche Zusammensetzung haben, daſs sie, entweder durch sich selbst, oder mittelst ihrer Gemengarten, eine hinlängliche Quantität von Schlacken geben, daſs sie den reichen Erzen als Zuschläge dienen können, aus welcher Beschickung man alsdann ein vortreffliches Eisen gewinnt.

Die Art von Classification, welche wir hier aufgestellt haben, darf durchaus nicht als absolut angesehen werden, und ist es auch wirklich nicht; denn sie macht keinen Unterschied zwischen den Eisenoxyden, die nur zufällig mit gewissen Substanzen verbunden sind, weshalb ein Erz bald zu der einen, bald zu der andern Klasse gerechnet werden kann. Jedoch kann die Classification stets als Führer, sowohl bei den Proben, als bei der Zugutemachung der Erze im Groſsen dienen.

Dritter Abschnitt.

Die Brennmaterialien.

Die Kenntniſs derselben ist für das Eisenhüttengewerbe von der höchsten Wichtigkeit, sowohl in ökonomischer Beziehung bei Anschaffung derselben, als auch in Beziehung auf ihre Eigenschaften und ihr Verhalten bei den verschiedenen Hüttenprozessen. Es ist dieselbe um so wichtiger, da von der vortheilhaften Anwendung des Brennmaterials die Erfolge der Hüttenprozesse zuweilen abhängen. Es ist daher die Kenntniſs von der Anschaffung und Behandlung des Brennmaterials ein gar nicht unwichtiger Theil der Eisenhüttenkunde.

Man benutzt die Brennmaterialien beim Eisenhüttenwesen sowohl zum Schmelzen des Eisens und seiner Erze, als auch zur Reduction des Eisenoxyds. Die Reducirbarkeit der Oxyde durch Kohle ist sehr verschieden; das Eisen gehört zu denen, bei welchen die Reduction sehr viel früher eintritt, als die Schmelzung des reducirten Metalls. Bei der Reduction eines Oxyds muſs dieſs von dem Brennmaterial umgeben sein, denn durch die

Flamme kann sie, mit wenigen hier ganz unwesentlichen Ausnahmen, nicht bewirkt werden. Soll das Brennmaterial desoxydirend wirken, so darf es noch nicht zerlegt, oder in Flamme aufgelöst sein, sondern es mufs beim Verbrennen unmittelbar auf den oxydirten Körper wirken und diesem dem Sauerstoff entziehen können. Obgleich daher die desoxydirende Wirkung des Brennmaterials im unzersetzten, unverkohlten Zustande am stärksten ist, so stehen doch die Wirkungen des unverkohlten und des verkohlten Brennmaterials nicht in einem solchen Verhältnifs zu einander, als man von der Zusammensetzung des erstern erwarten sollte, indem die reducirenden Wirkungen verhältnifsmäfsig geringer sind, als die Berechnung besagt. Aufser der Zusammensetzung sind es auch mechanische Hindernisse und ökonomische Verhältnisse, welche die Anwendung der rohen Brennstoffe bei den reducirenden Schmelzprozessen beschränken; bei der Anwendung einiger Arten von Steinkohlen würden auch die Bestandtheile des rohen Brennmaterials nachtheilig auf das zu erzeugende Eisen wirken. Daher müssen die Brennstoffe vor ihrer Anwendung von den Bestandtheilen, welche beim Verbrennen Flamme geben, geschieden, oder sie müssen verkohlt werden. Alle als solche benutzte Brennstoffe, Holz, Torf, Braun- und Steinkohle, enthalten Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, zum Theil auch Stickstoff, in solchen Verhältnissen mit einander verbunden, dafs die drei letztern in einer kaum die Rothglühhitze erreichenden Temperatur in Vereinigung mit etwas Kohlenstoff neue Verbindungen eingehen und sich als Wasser, Oel, zusammengesetzte Gasarten, Essig- oder Holzsäure verflüchtigen und einen grofsen Theil des Kohlenstoffs als Kohle zurücklassen. Das Verhältnifs derselben ist um so höher, einer je geringern Hitze die Brennstoffe ausgesetzt werden, die jedoch bei den verschiedenen verschieden ist. Die Kohle bleibt, sobald kein Sauerstoff hinzutritt, selbst in der gröfsten Hitze unverändert.

Rohe Brennmaterialien können sich, in einer höhern Temperatur, bei Ausschlufs der atmosphärischen Luft zwar entmischen, oder sie können verkohlt werden, aber brennen können sie nur beim Zutritt des Sauerstoffs. Der Verbrennungs- und der Verkohlungsprozefs stehen daher einander geradezu entgegen. Auch in der stärksten möglichen Hitze verändern sich die Brennmaterialien nicht weiter, als dafs sie sich verkohlen. Dem Anschein nach würde man daher aus denselben alle Kohle darstellen können, wenn es möglich wäre, bei der Verkohlung, wie bei der Destillation im Kleinen, alle atmosphärische Luft auszuschliefsen. Jedoch ist diefs in den mehrsten Fällen ökonomisch unstatthaft, weshalb man sich damit begnügen mufs, die Verkohlung des einen Theils des Brennmaterials durch die Verbrennung des andern und durch die dadurch hervorgebrachte höhere Temperatur zu bewirken. — Ein Brennmaterial scheint um so leichter entzünd-

lich zu sein, je weniger Kohle es enthält. Schnelle Hitze und augenblicklich auflodernde, aber auch schnell vorübergehende Flamme lassen sich nur durch reinen, nicht kohlenstoffreichen Brennstoff erhalten. Aufserdem ist er und auch die daraus dargestellte Kohle um so entzündlicher, je aufgelockerter er ist.

Ueber die für jede Art von Kohlen angemessenste Dichtigkeit der Luft, oder Pressung und Geschwindigkeit des Windes aus den Gebläsen, hat man noch keine gewissen Resultate erlangt. Jedoch darf man im Allgemeinen annehmen, dafs zum Zweck der Reduction der Eisenoxyde und zur Darstellung des Roheisens aus den Eisenerzen die Gebläseluft mit einer Dichtigkeit in die Oefen zu führen ist, welche mit folgenden Höhen einer Wassersäule im Gleichgewicht steht:

für sehr leichte tannene und fichtene Kohle	mit	1	bis	$1\frac{1}{2}$	Fufs,
– die besten Kohlen aus Nadelhölzern . . .	–	$1\frac{1}{2}$	–	2	–
– gute Laubkohlen	–	2	–	3	–
– leicht verbrennliche Koaks	–	4	–	6	–
– harte und schwer verbrennliche Koaks .	–	6	–	8	–

wenn die Kohlen mit der gröfsten Wirkung, und ohne durch ein zu schwaches Gebläse zu langsam zu verbrennen, benutzt werden sollen. Jedoch kann diese Dichtigkeit des Windstroms bei einer zu geringen Windmasse, oder bei weiten Schmelzräumen vermehrt, so wie sie unter entgegengesetzten Verhältnissen etwas vermindert werden, indem es auf die Geschwindigkeit des Windes nicht allein und ausschliefslich, sondern auch auf die Masse desselben ankommt, um den gröfsten Effect für den genannten besondern Zweck hervorzubringen.

Bei gleichem Volum bringt die schwere entzündliche, oder die spezifisch schwerere Kohle gröfsere Wirkungen beim Verbrennen hervor als die leichtere; wie sich dieselbe aber bei gleichen Gewichten verhält, ist noch unentschieden. Es scheint, als wenn bei gleichen absoluten Gewichten die leichter entzündbaren und die spezifisch leichtern Kohlen mehr leisten als die schwerer entzündlichen.

Ein und dasselbe Brennmaterial kann beim Verbrennen eine sehr verschiedenartige Wirkung haben, je nachdem es beschleunigt oder verzögert wird. Jedoch bezieht sich diese Verschiedenheit nur auf die Heizkraft, nämlich auf die Hervorbringung eines bestimmten Temperaturgrades, der in ununterbrochener Fortdauer zu einem bestimmten Zweck erforderlich ist; aber sie kann sich nicht auf die Quantität der Wärme, oder auf die Brennkraft beziehen, welche durch das Verbrennen überhaupt erzeugt oder hervorgebracht wird. Es mufs diese Brennkraft für ein und dasselbe Brennmaterial immer dieselbe bleiben, mag die Verbrennung schnell oder langsam erfolgen. — Die

Fähigkeiten eines Brennmaterials, bei der Beschleunigung des Verbrennungsprozesses einen hohen Temperaturgrad hervorzubringen, die Heizkraft, und die absolute Wärmemenge, welche es beim Verbrennen entwickelt, die Brennkraft, müssen nothwendig von einander unterschieden werden. Die letztere läfst sich vergleichungsweise für die verschiedenen Brennmaterialien annähernd ausmitteln, die erstere aber ist lediglich Sache der Erfahrung, welche es keineswegs bestätigt, dafs die Menge der sich beim Verbrennen entwickelnden Wärme mit der Heizkraft des Brennmaterials in einem nothwendigen Verhältnifs steht. Die Heizkraft ist von der Verbrennungszeit und diese von der Quantität und Dichtigkeit der beim Verbrennungsprozefs herbeiströmenden atmosphärischen Luft abhängig, und scheint theils mit der chemischen Beschaffenheit, theils mit dem Lockerheitszustande des Brennmaterials in Verbindung zu stehen, wogegen die Brennkraft von der chemischen Zusammensetzung desselben allein abzuhängen scheint.

Unter allen Methoden zur Bestimmung der Brennkraft der Brennmaterialien verdient die folgende, von Berthier herrührende, besonders für die Praxis den Vorzug. Sie besteht darin, ein leicht reducirbares Metalloxyd mit dem brennbaren Körper dergestalt zu erhitzen, dafs der letztere vollständig verbrennt und keiner von seinen Elementarbestandtheilen der Wirkung des Sauerstoffs entgeht, oder sich im Zustande von ölartigen Dämpfen u. s. f. verflüchtigt. Da man die chemische Zusammensetzung des Oxyds sehr genau kennt, so läfst sich aus dem Gewicht des reducirten Metallkorns die zur Verbrennung erforderlich gewesene Sauerstoffmenge durch eine einfache Berechnung finden. Um aber das Metallkorn zu sammeln und von dem nicht reducirten Oxyd getrennt zu erhalten, müssen Metall und Oxyd leicht schmelzbar sein. Es ist diefs bei der Bleiglätte der Fall, durch welche sich, mit Ausnahme einiger sehr bituminöser Substanzen, alle Brennstoffe vollständig verbrennen lassen. Man verfährt nun auf folgende Weise: 1 Gramm von dem zu untersuchenden Brennmaterial wird so fein als möglich zertheilt, welches bei Kohlen sehr leicht bewerkstelligt wird, bei Holz aber geschieht, indem man feine Säge- oder Raspelspäne zu erhalten sucht. Das Pulver wird nun wenigstens mit dem 20- und höchstens mit dem 40fachen ihres Gewichts Bleiglätte vermengt werden, welches sich nach dem äufsern Ansehn und der Beschaffenheit des brennbaren Körpers leicht bestimmen lassen wird. Das Gemenge wird in einen reinen Thontiegel gebracht und mit 20 bis 30 Gr. reiner Glätte bedeckt, so dafs der Tigel höchstens zur Hälfte damit angefüllt wird. Den Tiegel stellt man unter die Muffel eines schon abgewärmten und mit glühenden Kohlen angefüllten Kapellenofens, bedeckt ihn mit einem Thondeckel und erhitzt ihn langsam, wobei sich der Inhalt desselben erweicht, aufbläht und zuweilen auch wohl

aufschäumt. Ist die Schmelzung vollständig erfolgt, so giebt man noch 10 Minuten lang eine starke Hitze, damit sich das Blei zu einem einzigen Metallkönig ansammeln kann. Der Tiegel wird dann unter der Muffel weggenommen, um langsam an der Luft zu erkalten, worauf er zerschlagen, das Bleikorn herausgenommen und gewogen wird. Jedoch mufs der Versuch wiederholt werden, weil das Resultat von einem noch nicht sicher ist.

Weil 100 Gewichtstheile Sauerstoff in der Glätte mit 1300 Th. Blei verbunden sind, und weil sich in 137,5 Theilen Kohlensäure ebenfalls 100 Gewichtstheile Sauerstoff befinden, so wird ein, durch die Reduction der Glätte, vermittelst irgend eines Brennmaterials in der eben angegebenen Weise erhaltener Bleikönig von 1300 Gewichtstheilen einen Kohlenwerth, durch welche die Reduction erfolgt sein würde, von 37,5 andeuten. Es läfst sich annehmen, dafs 1 Gewichtstheil reiner Kohle bei der Reduction der von aller Mennige befreien Glätte einen Bleikönig von 34 Gewichtstheilen geben mufs. In so fern die Reduction der Glätte durch Wasserstoff erfolgt wäre, würde ein Bleikönig von 104 Gewichtstheilen jedesmal 1 Theil Wasserstoff anzeigen, denn im Wasser sind 100 Gewichtstheile Sauerstoff mit 12,5 Gewichtstheilen Wasserstoff verbunden, woraus sich das Verhältnifs von 1300 zu 12,5 oder von 104 zu 1 ergiebt. Nach diesen Angaben wird sich die Brennkraft eines jeden Brennmaterials, sowohl hinsichtlich seines Gehalts an Kohlenstoff als an Wasserstoff, leicht bestimmen lassen. Die flüchtigen Verbindungen, welche ein Brennmaterial bei der Verkohlung entwickelt, lassen sich unmittelbar durch einen Versuch ermitteln und in Gewicht ausdrücken, indem man von dem des rohen Brennmaterials nur das Gewicht der reinen Kohle, welche man bei der Verkohlung erhalten, abziehen darf. Hat man nun durch einen andern Versuch das Gewicht des Bleikönigs ausgemittelt, den man durch die Reduction der Glätte mittelst des rohen Brennmaterials erhält, so ergiebt sich aus einer einfachen Berechnung der Kohlenwerth, den die verflüchtigten Bestandtheile des Brennmaterials haben müssen, woraus sich dann die Brennkraft dieser flüchtigen Theile, welche bei der Verkohlung verloren gehen, bestimmen läfst.

Neuerlich hat man zwei, für die Metallurgie höchst wichtige Erfahrungen zur Brennmaterialersparung bei den Hüttenprozessen gemacht. Die eine besteht in der Anwendung der rohen oder wenigstens nicht vollständig verkohlten Brennmaterialien bei der Reduction und Schmelzung, um aus der Brennkraft der beim Verkohlen unbenutzt entweichenden Bestandtheile des Brennmaterials und der Ersparung der Verkohlungskosten Vortheil zu ziehen. Jedoch sind, wie wir weiter unten sehen werden, Umstände vorhanden, welche der Verkohlung das Wort reden.

Eine zweite, noch wichtigere Erfahrung ist die Brennmaterial-Erspa-

rung bei den Hüttenprozessen durch Anwendung der vorher erhitzten atmosphärischen Luft. Mag der Grund dieses merkwürdiges Erfolges, auf den wir noch wiederholt zurückkommen, zu suchen sein, worin man will, so lehrt wenigstens die Erfahrung, daſs die Heizkraft eines Brennmaterials durch die Anwendung der erhitzten Luft erhöhet wird, obgleich die Brennkraft desselben dadurch weder vermehrt, noch vermindert werden kann. Die erhöhete Heizkraft hat aber zugleich eine vollständige Verbrennung in den Räumen zur Folge, in denen ihre Wirkung durch groſse Temperaturerhöhung ganz eigentlich beabsichtigt wird.

Holz und Holzkohle.

Das specifische Gewicht der festen Theile des Holzes ist in allen Holzarten ziemlich gleich, beträgt durchschnittlich etwa 1,5, eben so, wie die chemische Zusammensetzung derselben in allen Hölzern sehr übereinstimmend gefunden worden ist, nämlich aus 50 Wasser, 50 Kohlenstoff. Desto verschiedener ist aber der Gehalt an wässerigen Theilen in frisch gefälltem und lufttrockenem Holz; namentlich ist der Gehalt an Feuchtigkeit in den jüngeren Theilen desselben, in Zweigen weit gröſser als im Stamm; auch weicht zu verschiedenen Jahreszeiten der Wassergehalt ab, er ist Anfang Frühjahrs bekanntlich gröſser als im Winter; selbst vollkommen lufttrockenes Holz enthält noch 16,6 bis 19,5 Proc. Wasser.

Setzt man Holz einer Temperatur von 150° längere Zeit aus, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo dasselbe keine Gewichtsveränderung mehr erleidet; völlig lufttrockenes Holz verliert dabei zwischen 56 und 59 Proc. Der Rückstand, das sogen. Pflanzenskelett, der Holzkohle im Aeuſsern ganz ähnlich, auſser einem etwas mattern Ansehen, ist noch keine wirkliche Kohle, sondern nicht vollständig entmischte Holzfaser. Erhöht man die Temperatur, so tritt von Neuem Verminderung des Gewichts ein, bis in der Rothglühhitze die Entmischung und Gewichtsabnahme beendigt wird. Die Produkte einer solchen langsamen Zersetzung müssen von denen einer rasch erfolgenden abweichen, da in beiden Fällen sehr ungleiche Kohlenmengen erhalten werden.

Weiſsbuchenholz, welches bei schnellem Verkohlen 13,3 Proc. Kohle giebt, entwickelt bei langsam vermehrter Hitze weit mehr Wasser, kohlensaures und Kohlenwasserstoffgas und hinterläſst 26 Proc. Kohle, also fast doppelt so viel, als im ersten Fall. Die Zersetzung des Holzes beginnt also schon in einer ziemlich niedrigen Temperatur, wird aber erst in der Rothglühhitze vollendet. Ist, wie für den Hüttenmann, die Darstellung der Kohle Hauptzweck des Prozesses, wie bei der Köhlerei, so muſs eine möglichst

niedrige und nur gegen Ende des Prozesses gesteigerte Hitze angewendet werden, um möglichst wenig Kohle in den sich bildenden tropfbar- und elastisch-flüssigen Produkten zu verlieren; anders ist es aber bei dem Prozefs, wo die tropfbaren Flüssigkeiten Hauptprodukte sind.

Tabelle

über die Ausbeute an Kohle aus völlig lufttrockenen Hölzern nach Karsten.

Name der Hölzer.	Bei rascher Verkohlung.	Bei langsamer Verkohlung.
100 Theile liefern:	Kohle.	Kohle.
Junges Eichenholz	16,54	25,6
Altes –	15,91	25,71
Junges Rothbuchenholz	14,875	25,875
Altes –	14,15	26,15
Junges Weifsbuchenholz	13,12	25,22
Altes –	13,65	26,45
Junges Erlenholz	14,45	25,65
Altes –	15,3	25,65
Junges Birkenholz	13,05	25,05
Altes –	12,2	24,7
Birkenholz, welches über 100 Jahre in einer Grube als Stempel gestanden und sich erhalten hatte	12,15	25,10
Junges Fichtenholz (Pinus picea)	14,25	25,25
Altes – – –	14,05	25,0
Junges Tannenholz (Pin. Abies)	16,255	27,725
Altes – – –	15,35	24,75
Junges Kiefernholz (Pin. sylvestris)	15,52	26,07
Altes – – –	15,75	25,95
Lindenholz	13,3	24,6
Roggenstroh	13,4	24,6
Farrenkraut, getrocknet	17,0	27,95
Rohrstengel	14,65	26,45

Man pflegt aber beim Verkohlen im Grofsen das Kohlenprodukt nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Volum zu beurtheilen; hierüber variiren die Angaben gar sehr. Es ist einleuchtend, dafs aus dem Alter des Holzes, aus dem Feuchtigkeitszustand und der Verkohlungsart bedeutende Differenzen hervorgehen müssen; allein noch gröfsere werden dadurch bedingt, wie der räumliche Inhalt des zu verkohlenden Holzes und der erhaltenen Kohle be-

stimmt wird. Es ist nämlich bekannt, dafs in einem dicht gesetzten Haufen Holz an $\frac{1}{8}$ mehr sein kann, als in einem sorglos und betrügerisch aufgesetzten. An einigen Orten setzt man das Holz in Meiler und berechnet dann erst den kubischen Inhalt. Eben so verschieden ist auch, wegen der Gröfse und Kleinheit der Kohlenstücke, die Bestimmung des Kohlenvolums. Die Verminderung des Volums des Holzes bei seinem Uebergang in Kohle soll bei lufttrocknem Holz nach Einigen 20 bis 25 Proc., nach Andern 8 bis 10 Proc. betragen.

Die Holzarten, welche theils unmittelbar, theils im verkohlten Zustande zu metallurgischen Operationen angewendet werden, sind: die Kiefer, die Fichte, die Tanne, der Lärchenbaum, die Eiche, die Buche, die Esche, die Erle, die Birke, die Linde, die Pappel, die Espe, die Weide, die Rüster und die Kastanie. Theils nach der Bekleidung im Sommer, theils nach den resinösen Säften des Holzes pflegt man die Holzarten in Nadel- und Laubholz, und nach der schwerern oder leichtern Entzündbarkeit des Holzes und der daraus erzeugten Kohlen ein hartes und weiches Holz einzutheilen. Unter den angeführten Holzarten gehören die Kiefer, die Tanne, die Fichte und der Lärchenbaum zum Nadelholze, und die Nadelhölzer, so wie die Linde, die Weide und die Pappeln, zum weichen Holze.

Die beste Jahreszeit zum Einschlagen des Holze ist diejenige, in welcher der vorjährige Saft schon zu Holzes geworden, und der neue noch flüssig ist. In moorigen und sumpfigen Gegenden müssen hierzu ohne Wahl die Wintermonate benutzt werden, sonst wählt man bei Laubholz die ersten Frühlingsmonate, bei Erlen und Birken, damit die Wurzeln wieder Schöfslinge treiben können, bei Eichen, um die Rinde für Gerbereien zu gewinnen. Bei Nadelholz wählt man die Wintermonate, ehe der Saft in die Bäume tritt, um das Stocken zu vermeiden; die im Herbst geschlagenen Hölzer sind wegen des verdickten Saftes dem Stocken sehr unterworfen. Frisch geschlagenes Holz erfordert wegen der grofsen Feuchtigkeitsmenge grofse Vorsicht beim Verkohlen, dagegen giebt es aber auch bei gleicher Behandlung mehr Kohle, als sehr abgetrocknetes. — Alle Kloben oder Scheite enthalten gleiche Länge, und man wählt dazu eine möglichst grofse, nur nicht über 6 Fufs; jede Klobe über 6 Zoll Durchmesser wird in zwei Stücke gespalten. Man unterscheidet Leibholz und Astholz, letzteres giebt weniger Kohle und wird zum Ausfüllen leerer Räume in den Meilern gebraucht; man rechnet drei Klaftern Astholz gleich zwei Klaftern Leibholz.

Der grofse Verlust an Brennkraft, den das Holz durch das Verkohlen erleidet, hat neuerlich zu Versuchen über die Benutzung von unverkohltem oder auch nur theilweis verkohltem Holze, in solchen Fällen, wo die Erhitzung nicht durch Flamme, sondern durch die unmittelbare Berührung des

zu erhitzenden und zu reducirenden Körpers mit dem Brennmaterial stattfinden soll, Veranlassung gegeben. Nimmt man an, dafs in den ersten Stadien des Verkohlungsprozesses fast nur Wasser entwickelt wird, so kann eine bemerkbare Zunahme der reducirenden Kraft des Holzes erst dann eintreten, wenn die Zersetzung des Brennmaterials in einer mehr erhöhten Temperatur so weit vorgeschritten ist, dafs flüchtige, nicht blos Sauer- und Wasserstoff, sondern auch Kohlenstoff enthaltende Verbindungen entstehen. Ob der Sauerstoff zum Verbrennen des gar nicht, oder des nur unvollkommen verkohlten Brennmaterials, durch die atmosphärische Luft, oder durch den gebundenen Sauerstoff in dem zu reducirenden Metalloxyd herbeigeführt wird, kann an sich die Brennkraft des Brennmaterials zwar weder vermehren, noch vermindern; weil aber die Reduction des Metalloxyds gleichzeitig der Zweck der Operation ist, so beabsichtigt man, bei der Anwendung des rohen oder des theilweis verkohlten Brennmaterials zugleich die freiwillige Entmischung desselben in der erhöhten Temperaturr nicht stattfinden zu lassen, sondern statt derselben eine Verbrennung des Brennmaterials durch den Sauerstoff des Metalloxyds zu bewerkstelligen. Es kann also eine Erhöhung der Brennkraft des rohen Brennmaterials, im Vergleich zu der, der aus demselben dargestellten Kohle, zwar aus der Benutzung der Hitze entstehen, welche durch das Verbrennen der beim Verkohlungsprozefs unverbrannt entweichenden, noch brennbaren Bestandtheile entspringt; allein es wird bei den desoxydirenden Schmelzprozessen mit rohem Brennmaterial anch aufserdem der Vortheil beabsichtigt, die Reduction des Oxyds durch eben diese brennbaren Bestandtheile zu bewerkstelligen. Wirklich scheint auch der Effect des rohen Brennmaterials im Vergleich mit dem der Kohle, welche durch Verkohlung aus derselben Brennmaterialienmenge entspringt, sich vorzugsweise nur bei den desoxydirenden Schmelzungen in den Schachtöfen zu erkennen zu geben, weniger aber bei blofsen Schmelzoperationen, z. B. bei dem Umschmelzen des Roheisens in den Cupolöfen.

Die freiwillige Entmischung eines Brennmaterials in der erhitzten Temperatur, ohne Luftzutritt, ist kein Verbrennen und wird dabei nicht Wärme entwickelt, sondern absorbirt. Das Verbrennen, und mit demselben die Wärmeentwickelung, tritt erst ein, wenn durch Zuströmen der atmosphärischen Luft oder durch die Entmischung eines Metalloxydes Sauerstoff hinzutritt. Aus diesem Verhalten erklärt sich auch der, aus der Anwendung des vorher verkohlten Brennmaterials entspringende Wärmeverlust. Vielleicht hat das rohe oder mindestens doch das unvollständig verkohlte Brennmaterial aus dem Grunde im Schacht des Eisenhohofens einen gröfsern Effect, als die daraus dargestellte Kohle, weil der Sauerstoff des Oxyds wirklich zum Verbrennen derjenigen brennbaren Bestandtheile des Brennmaterials Veran-

lassung giebt, die bei der freiwilligen Entmischung in der höhern Temperatur keine Wärme entwickeln, sondern absorbiren würden. — Der gröfsere Effect des unvollständig verkohlten Brennmaterials in den Schachtöfen läfst sich aber auch auf folgende und mehr mit der Erfahrung übereinstimmende Weise erklären. Es lassen brennbare Körper bei der Verkohlung um so mehr Kohle zurück, je langsamer die Verkohlungshitze gesteigert wird, und es wird die Differenz der, zwischen in schneller und starker, und der in langsam gesteigerter Hitze zurückbleibenden Quantität von Kohle um so gröfser, je gröfser der Wasserstoffgehalt des Brennmaterials ist. Bei den Holzarten steigt die Differenz zwischen 12 und 25 Prozent Kohlenausbringen vom Gewicht des Holzes. Daher lassen sich die gröfsern Wirkungen des unvollständig verkohlten Brennmaterials auch dadurch erklären, dafs im Ofenschacht die Verkohlung unter Umständen stattfindet, die das Zurückbleiben einer gröfsern Quantität Kohle gestatten, als die gewöhnlichen Verkohlungsprozesse gewähren. Die Schichten des Brennmaterials und der Beschickung gehen aber in Schachtöfen unter Verhältnissen nieder, die einer solchen Annahme durchaus entsprechen, indem die Temperaturerhöhung sehr langsam erfolgt und das Brennmaterial einem Druck ausgesetzt ist, der die freiwillige Entmischung verzögert.

Mag man aber den gröfsern Effekt des rohen oder des unvollständig verkohlten Brennmaterials suchen, worin man will, so wird es einleuchten, dafs dem starkgedörrten und noch mehr dem schon unvollständig verkohlten Holze der Vorzug vor dem blos lufttrocknen gegeben werden mufs, theils weil das letztere stärker schwindet und dadurch zu hohlen Räumen im Ofenschacht Veranlassung giebt, welche leicht ein unregelmäfsiges Niedersinken der Gichten zur Folge haben, theils weil die ersten Destillationsprodukte aus Verbindungen bestehen, welche schon vollständig mit Sauerstoff gesättigt sind, so dafs deren Verflüchtigung dem Ofenschacht nur Wärme entziehen würde. Das Holz scheint den gröfsten Effect in den Eisenhohöfen hervorzubringen, wenn die Verkohlung soweit vorgeschritten ist, dafs sich das Volum des lufttrocknen Holzes etwa um 40 Procent vermindert hat. In diesem Zustande besitzt es eine schwärzlichbraune Farbe und hat zwischen 60 und 70 Procent seines Gewichts durch die anfangende Verkohlung verloren. Man nennt diefs Holz in Frankreich Charbon roux (braune Kohle). Weil das halbverkohlte Holz einen bedeutend gröfsern Gehalt an Kohlenstoff besitzt, als das lufttrockene, so mufs auch die Heizkraft desselben bedeutend gröfser sein. Soll daher eine starke Hitze hervorgebracht werden, so wird man das halbverkohlte Holz mit Erfolg anwenden, in sofern durch das lufttrockne die verlangte Temperatur nicht erzeugt werden kann, und ein anderes wirksameres Brennmaterial als Holz nicht zu Gebote steht.

Obgleich sich nun die ökonomischen Vortheile der Anwendung des halbverkohlten Holzes bei den Eisenhohöfen vielfach bestätigt haben, so mufs doch wohl berücksichtigt werden, dafs der Betrieb damit weit schwieriger ist und gröfsere Sorgfalt erfordert, als der mit Holzkohlen. Jenes wird bei gleichen Quantitäten eine verschiedene Brennkraft besitzen und die Gichten werden daher nicht immer dieselbe Quantität Beschickung tragen können, weshalb beim Betriebe mit halbverkohltem Holze, besonders bei niedrigen Schachten, leicht ein ungleichartiger Gang des Hohofens vorkommt.

Die Darstellung des halbverkohlten Holzes hat hauptsächlich darin ihre Schwierigkeiten, das Produkt in einem möglichst gleichartigen Zustande zu erhalten, und nächstdem die Verkohlung nicht zu früh abzubrechen, oder zu weit vorschreiten zu lassen.

Die Dörröfen *) bestehen aus gufseisernen Platten und werden von Aufsen durch die Gichtflamme erhitzt. Die bei diesem Verkohlungsprozefs sich entwickelnden Dämpfe könnten, wenn man wollte, condensirt aufgefangen werden; weil sie aber zum gröfsten Theil aus wässrigen Dämpfen bestehen, so läfst man sie, aus den in den eisernen Umfassungswänden befindlichen Oeffnungen, in die freie Luft treten. Bei der Anwendung dieser Oefen wird vorausgesetzt, dafs das zur Verkohlung bestimmte Holz zu den Hüttenwerken gebracht wird, weshalb entweder die Transportkosten des rohen Holzes nicht von grofser Bedeutung, oder die Lage der Hüttenweike von der Art sein mufs, dafs der Holzbedarf durch Flöfsvorrichtungen zusammengebracht werden kann. Bei grofsen Transportkosten würde man daher auf die Vortheile der Anwendung des halbverkohlten Holzes bei den Hohöfen verzichten müssen, wenn die Verkohlung nicht auf andere Weise als durch die Gichtflamme wohlfeil bewerkstelligt werden kann. Man hat daher die Bereitung des halbverkohlten Holzes in den gewöhnlichen Kohlenmeilern versucht. Die bis jetzt zweckmäfsigste Methode besteht darin, liegende Meiler anzuwenden, dieselben unten, der ganzen Länge nach, mit einem Luftkanal zu versehen, das eine Ende zu verschliefsen und vor dem zweiten Ende einen kleinen Feuerheerd anzubringen, um die heifsen Gasarten beim Verbrenen mittelst eines Ventilatorgebläses in den Kanal zu treiben. Dieser ist mit eisernen Platten bedeckt und gestattet nur an einzelnen Stellen das Ausströmen der Flamme und der heifsen Gase in den Meiler. Das Feuer auf dem Heerde braucht nur so lange unterhalten zu werden, bis sich die Entzündung oben in der Haube des Meilers verbreitet hat **).

*) Abgebildet in Walter's Eisenhüttenkunde, I. 233 etc. u. Taf. 9. Hartmann, über den Betrieb der Hohöfen etc. mit erhitzter Luft etc. Heft 4., S. 76 u. Taf. 3—5.

**) Beschreibung und Abbildung dieses Verkohlungsverfahrens in Karsten u. v. Dechen's Archiv etc. Bd. 16., S. 225 etc., und in Walter's Eisenhüttenk. III., erklärender Text, S. 7 u. Taf. 3., Fig. 1—8.

Die Verkohlung des Holzes geschieht entweder in Oefen, innerhalb gemauerter oder aus Eisen gefertigter verschlossener Räume, in denen das Holz erhitzt wird, oder in Haufen, Meilern und Gruben, bei welcher Verkohlungsweise das Holz eine bewegliche Decke von Erde oder von Kohlenlösche erhält und die atmosphärische Luft Zutritt hat. Man sollte demnach glauben, dafs bei der ersteren Verfahrungsweise, wo die Luft völlig abgehalten, wo blos von aufsen das eingeschlossene Holz erhitzt wird, ohne dafs die Flamme mit demselben in unmittelbare Berührung tritt, mehr Kohle erhalten würde, als bei der letzteren; allein die Erfahrung bestätigt diese Vermuthung nicht, wenn die Verkohlung in Meilern oder Haufen langsam und vorsichtig getrieben wird. Vor den Verkohlungsöfen, in welchen die Verkohlung ebenfalls durch den Zutritt der Luft bewirkt wird, hat die Verkohlung unter beweglichen Decken entschiedene Vorzüge, weil die hohlen Räume, die durch's Schwinden des Holzes beim Verkohlen entstehen, durch die bewegliche Decke weniger nachtheilig werden.

Ein gröfseres Kohlenausbringen, als in einem vorsichtig behandelten Meiler, ist daher bei der Ofenverkohlung ohne äufsere Erhitzung nicht zu erwarten und der Gewinn als Holzsäure nnd Theer kann nur in gewissen Fällen die Verkohlungskosten aufwiegen. Aufserdem ist die Anlage grofser Oefen bei Hütten kostbar, und wo die Verkohlung im Walde statt findet, gar nicht anwendbar. Hat man freilich, welches jedoch bei Hütten selten der Fall ist, die Absicht, Holzessig und Theer als Hauptprodukte zu gewinnen, um sie fabrikmäfsig zu erzielen, so mufs die Verkohlung in Oefen geschehen, obschon man auch bei der Verkohlung in Meilern und Haufen einen Theil der Säure und des Theers gewinnen kann. Kommt es darauf an, die Verkohlung mit den geringsten Kosten, dem geringsten Holzverbrauch zu bewerkstelligen, und sind nicht, wie im vorliegenden Falle, jene Produkte, sondern die Gewinnung von Kohle der eigentliche Zweck der Verkohlung, so kann man die Gewinnung jener flüssigen Produkte nicht als einen Vorzug der Ofenverkohlung ansehen. Alle Versuche, die man bisher angestellt hat, die Verkohlung durch Oefen im Grofsen einzuführen, sind daher ohne Erfolg geblieben, vorzüglich deshalb, weil die versicherte gröfsere Kohlenausbeute sich nicht bewahrheitet hat.

Verkohlung des Holzes unter beweglichen Decken.

Die beste Jahreszeit zum Verkohlen des Holzes unter einer beweglichen Decke ist der Sommer; in dieser Jahreszeit fehlt es nicht an Rasen, Laub, Moos und Wasser, man ist vor stürmischem und nassem Wetter, die beide für den Köhlereibetrieb nachtheilig sind, sicher, und die langen Tage begünstigen die Aufsicht auf den Gang der Arbeit.

Verkohlung in Meilern. Die Kloben werden entweder horizontal neben- oder aufeinander, oder sonst fast vertical mit einer Neigung gegen den Horizont in einer oder mehreren Schichten aufgestellt und bilden bald gröfsere bald kleinere abgerundete Kegel, sogenannte Meiler. Man nennt die erste Art der Construction liegende, letztere aber stehende Meiler. Beide Verfahrungsarten, den Meiler zu errichten, bedingen eine gleiche Behandlung beim Verkohlen, und hierin ist kein Unterschied.

In Gegenden, wo das Holz durch Flöfsen und Rutschen auf einen Punkt zusammengebracht wird, wählt man einen trocken liegenden, horizontalen, gegen Stürme und Ueberschwemmungen gesicherten Platz aus, auf dessen Zubereitung man grofse Sorgfalt verwendet. Man pflegt auch wohl dann eine solche Stätte auszumauern und der Mauer ringsum eine geringe Neigung gegen die Mitte zu geben, wodurch sich ein Theil der gebildeten Holzsäure und des Theers ansammelt, durch einen unter der Meilerstätte nach aufserhalb führenden, engen gemauerten Kanal nach einem Behälter abfliefst, aus welchem man dieselbe ausschöpft. Die Oeffnung des Behälters mufs während des Kohlenbrennens durch eine eiserne Platte, die mit Erde beschüttet wird, luftdicht geschlossen sein, damit keine Luft zum Meiler gelangen könne. Eine viereckige eiserne Platte liegt über der Einmündung des Kanals, damit derselbe nicht durch hineinfallende Kohlen verstopft werde. — Geschieht die Verkohlung im Walde, so ist selten Gelegenheit, die einmal gebrauchte Stätte öfters zu benutzen.

Die Stätte wird auf folgende Weise bereitet. Man entblöfst die Stelle von Rasen, ebnet sie, giebt auch wohl, wenn stehende Meiler errichtet werden sollen, ein geringes Ansteigen nach der Mitte. Ein feuchter nasser Grund ist untauglich und erfordert die Legung eines Rostes von Aesten mit Erde bedeckt, ein sehr sandiger, lockerer Boden gestattet der Luft zu vielen Zutritt. Man errichtet im Mittelpunkt der Stätte, dem Quandel, einen starken Pfahl, den Quandelpfahl, und stellt die Kloben um denselben in concentrischen Reihen auf. Die Gröfse des Halbmessers des Meilers, welche man beabsichtigt, bedingt die Zahl der hintereinander aufzustellenden Reihen, so wie die Länge der Kloben; man giebt den Meilern an 30 Fufs Halbmesser. Man sollte billig gröfseren Meilern den Vorzug geben, weil sie erstlich im Vergleich mit den kleinern nicht bedeutend gröfserer Sorgfalt und Wartung bedürfen, zweitens bei verhältnifsmäfsig kleinerer Oberfläche weniger Wärmeverlust erleiden, drittens der Luft daher auch weniger Gelegenheit darbieten, eindringen zu können. Nur ganz kleine Meiler bestehen aus einer einzigen Schicht Kloben; bei gröfseren stellt man zwei übereinander und bei noch gröfseren drei. Die oberste Schicht wird durch aufgelegte horizontale Kloben abgerundet, und so die Haube gebildet. Die vom vorigen Verkohlen

übrig gebliebenen Brände werden zunächst dem Quandel aufgestellt, damit dort das Feuer leicht um sich greife; die dicksten Scheite werden bei einem dreischichtigen Meiler in die mittelste Schicht gestellt, die Kernseite des Holzes stets nach der Mitte gerichtet.

Je mehr dem Senkrechten nahe kommend die Kloben beim Richten des Meilers gestellt werden können, desto dichter wird das Holz stehen, desto weniger bleiben Zwischenräume, die den Zutritt der Luft erleichtern, desto weniger werden die äufsersten Kloben, welche die Decke tragen, von dieser abgekühlt. Diefs ist jedoch oft nicht ausführbar, weil die bewegliche Decke auf den fast senkrechten Kloben nicht ruhen würde. Je beweglicher, lockerer daher dieser ist, desto mehr mufs dem Holz im Meiler eine Neigung gegen die Mitte gegeben werden. Gebraucht man Kohlenlösche zur Decke, die weniger geneigt ist, herabzurollen, so kann das Holz mehr senkrecht, mufs man aber sandiges Erdreich anwenden, so darf der Meiler nur mit einer bedeutenden Neigung gerichtet werden.

Das empfohlene Ausfüllen der Räume mit Kohlenlösche möchte daher nur in dieser Hinsicht vortheilhaft gewirkt haben, aber schwerlich die wahre Kohlenausbeute vergröfsern können.

Ein liegender Meiler wird entweder so gerichtet, dafs man in concentrischen Kreisen die Kloben um den Quandel in horizontaler Richtung lagert und so lagenweis übereinander, was aber Kloben von verschiedener Länge voraussetzt, wodurch dann ein halbkugliger Meiler erhalten wird; oder dafs man am Quandel einen Kern aus senkrechten Kloben aufstellt, um welchen herum die übrigen Kloben horizontal in concentrischen Kreisen gelegt werden.

Hierbei lassen sich die hohlen Räume am besten vermeiden, und die treppenartigen Absätze am Umfange dienen zur sicheren Auflage der Decke; Holzenden, Astholz, Kohlenholz bilden die Haube.

Die Decke der Meiler wird aus Erde, Sand im Walde gefertigt, dann mufs aber nothwendig, damit sie nicht vom Umfange der Meiler herabrolle, eine Unterlage von Reisig, Rasen, Tannennadeln, Laub etc. gegeben werden. Ist derselbe geschlichtet, d. h. sind die gröfseren Zwischenräume von aufsen mit dünnen Holzkloben gefüllt, so wird eine Decke von Rasen oder Laub aufgelegt. Zu dem Ende erhält der Meiler die sogenannte Rüstung, eine 6 Zoll von der Grundfläche entfernt ringsum laufende Umfassung von dünnen Aesten, die in hölzernen Gabeln ruhen, man bringt auch wohl bei grofsen und steilen Meilern noch eine zweite, höher gelegene an. Die Rüstungen dienen einmal der Bedeckung zur Unterstützung, zweitens gewähren sie zu Anfang des Anzündens den Dämpfen einen Ausweg nach unten. Die erste Decke wird von unten herauf 3 bis 5 Zoll stark gegeben, je nach der

Bayerische Staatsbibliothek München

Beschaffenheit des Materials; besonders dicht mufs sie auf der Haube sein. Nach der ersten erhält der Meiler die zweite, nämlich die Erddecke, aus einem lockern Gemeng von Sand und fetter Erde; denn jedes für sich allein taugt nicht; feucht erhaltene Kohlenlösche ist die beste Decke. Man macht in der Regel die Decke überall gleich stark, wenn nicht besondere Gründe eine Abweichung bedingen; die zweite Decke geben Einige vor, Andere erst nach dem Anzünden, Ersteres ist aber unstreitig besser, wenn man nur für einen gehörigen Abzug der Dämpfe am Fufse des Meilers durch die angebrachten Rüstungen Sorge getragen hat.

Das Anzünden des Meilers geschieht am Quandel, weshalb man dort leicht feuerfangendes Holz hinbringen mufs; die Art des Anzündens ist aber verschieden, indem es entweder von unten, oder von oben erfolgt. Im letzteren Falle werden statt des Quandelpfahls drei Stangen im Dreieck errichtet, welche einen kleinen Schacht bilden und durch Spreitzen auseinander gehalten werden. Will man von unten anzünden, so sperrt man von dem Umfang nach der Mitte einen Kanal am Fufse des Meilers aus, die sogenannte Zündgasse; in beiden Fällen breitet sich das Feuer unten am Quandel aus.

Eine andere Verfahrungsweise, den Meiler zu entzünden, besteht darin, die Sohle desselben aus Eisenblech, besser aus Gufsplatten, welche auf einem ringförmigen Mauerwerk gelagert sind, anzufertigen; unter demselben wird ein Feuerplatz mit Zuglöchern und Feuerloch angelegt, um die Platten, wenn der Meiler angezündet werden soll, zu heizen, welches bis zur Rothglühhitze fortgesetzt wird. Hat dann der Meiler Feuer gefangen, so wird das Befeuern eingestellt. Die Eisenplatten brauchen nicht die Gröfse der Grundfläche des Meilers zu haben; jedoch wird durch diese Einrichtung keine gröfsere Ausbeute an Kohle erreicht, als durch die gewöhnliche.

Das Anzünden des Meilers geschieht früh, weil derselbe in den ersten 16 Stunden die gröfste Aufmerksamkeit erfordert; windige Tage müssen möglichst vermieden werden, weil sich das Feuer sonst leicht nach einer Seite zieht. Man mufs sich bemühen, ein scharfes und schnelles, den ganzen Meiler ergreifendes Auswärmefeuer zu geben, damit die Feuchtigkeit schnell entfernt werde; denn je länger sich durch zu schwaches Anwärmen die wässrigen Dämpfe in Meilern verhalten, desto länger sind dieselben der Gefahr des Stofsens, Schlagens, Werfens ausgesetzt. Diesem beugt man dadurch vor, dafs man dem Raum unter der Rüstung nur die erste Decke giebt. Die Dämpfe, die sich zuerst entwickeln, sind schwer und wässrig, gelblichgrau und wälzen sich nur langsam fort. Die Oberfläche des Meilers beschlägt mit Feuchtigkeit, weshalb man diese Periode des Verkohlungsprozesses das S c h w i t z e n oder B ä h e n des Meilers nennt. Von dem schnellen und vorsichtigen Abbähen des Meilers hängt das Gelingen der ganzen Verkohlung ab,

je unvollkommener dasselbe erfolgt, desto gröfser ist der Holzzverbrauch, desto länger währt die Gefahr des Werfens, d. h. des Explodirens, wodurch die Decke abgeworfen und auch wohl der Meiler gesprengt wird; durch das allgemeine Schwinden des Holzes, so wie durch das wirkliche Verbrennen desselben am Quandel, entsteht ein Zusammensinken des Meilers, wodurch die Decke Risse bekommt. Daher steigt der Köhler auf den Meiler, wirft die Decke ab, stöfst mit einer Stange das Holz zusammen, füllt den hohlen Raum mit Bränden, Kohlenholz aus, und trägt dann die Decke wieder auf. Diese Operation heifst das Füllen und sie ist desto weniger nöthig, je steiler der Meiler gesetzt war.

Ist der Meiler ausgewärmt, so ist keine Explosion zu befürchten, dann wird auch am Fufse desselben die Decke aufgetragen, dieselbe auch allenthalben festgestampft, das Umfassen; in diesem Zustande bleibt derselbe 3 bis 4 Tage stehen, während dem der Köhler nur Acht haben mufs, dafs das Feuer nicht stellenweis zu stark oder zu schwach wird; er mufs dafür sorgen, dafs der Meiler nicht ungleich zusammensinke, eine Folge von zu schwachem Holz, zu vielem Zutritt der Luft, zu schwacher Decke etc. Er bewirft solche Stellen gleich Anfangs stärker, oder stöfst auch wohl auf der entgegengesetzten Seite Zuglöcher ein.

Diese Periode, in welcher bei fast gänzlichem Ausschlufs der Luft das Holz verkohlt wird, heifst das Treiben. Um den öligen und sauren Dämpfen, die sich dabei erzeugen, einen Ausweg zu bahnen, stöfst der Köhler Zuglöcher in die Decke ein, Raumlöcher, damit jene das Verkohlen nicht behindern und das Feuer nicht ersticken. Je weniger dadurch der Zug befördert wird, desto besser, je langsamer die Arbeit vollendet wird, das Zubrennen, die letzte Periode, desto vollkommener ist die Produktion zu nennen, desto reichlicher die Kohlenausbeute; wird nämlich durch zu starken Zug das Gaarwerden befördert, so erhält man wenige und schlechte, vom Feuer angegriffene Kohlen.

Während des Zubrennens macht man am Fufse des Meilers Oeffnungen, Fufsräume, in 4 bis 6 Fufs Entfernung von einander, die Zahl und Gröfse derselben richtet sich nach dem Zustande des Meilers; sie sollen den Dämpfen einen Abzug, der Luft geringen Zutritt gestatten. Nach 4 bis 8 Tagen bringt man auch in der halben Höhe des Meilers Oeffnungen an, Mittelräume, durch welche man die vollständige Verkohlung der äufseren Holzreihen zu bewerkstelligen sucht, bei sehr grofsen Meilern auch in der Nähe der Haube. Bricht aus diesen Oeffnungen ein bläulicher, dünner Dampf hervor, so werden sie geschlossen und $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Fufs tiefer eine neue Reihe concentrischer Oeffnungen gestofsen, auch wohl noch tiefer eine dritte. Nun tritt der Meiler in die Gaare, das Feuer bricht stellenweis am Fufs hervor; geschieht

Bayerische
Staatsbibliothek
München

diefs im ganzen Umkreis, so ist die Arbeit gut gegangen, bleibt das Feuer hie und da aus, so müssen Oeffnungen eingestofsen, während an den gaaren Stellen dieselben geschlossen werden.

Nach dem Verkohlen hat der Meiler eine ganz andere Gestalt, er ist nicht nur kleiner geworden, sondern nach der einen oder andern Seite hingeneigt, bauchig, hat muldenförmige Vertiefungen. — Nachdem das Gaaren überall erfolgt ist, bleibt der Meiler 24 Stunden lang zugedeckt, gegen allen Luftzutritt geschützt: das Abkühlen. Man könnte nun die glühenden Kohlen nach und nach zum Selbstverlöschen bringen, allein diefs würde zu langsam gehen und auch zu vielen Abbrand verursachen, auch sind die von selbst erstickten Kohlen nicht so gut als die, in welchen das Feuer gelöscht wurde. Deshalb wird der Meiler nach 24 Stunden abgeputzt und gelöscht; die Decke wird abgenommen, der Sand allein wieder aufgeworfen, welcher durch die Spalten dringt und die Gluth erstickt. So bleibt der Meiler 12 bis 24 Stunden stehen, dann schreitet man zum Kohlenziehen. Der Köhler macht am Fufs mit eisernen Haken eine Oeffnung, welche, wenn eine Parthie Kohle gezogen ist, mit Sand oder Lösche wieder geschlossen wird, darauf eine andere etc., rings um den Meiler herum. Die gezogenen Kohlen werden entweder mit trocknem Sand, trockner Lösche oder durchs Besprengen mit Wasser gelöscht; Letzteres ist immer vorzuziehen.

Die Zeit, welche ein Meiler vom ersten Anzünden bis zum Gaarwerden erfordert, ist theils nach der Gröfse, theils nach der Behandlung verschieden; ein kleiner erfordert villeicht nur 6 Tage, während ein grofser wohl 4 Wochen bedarf; für Meiler, deren Inhalt etwa 3000 Kubikfufs beträgt, pflegt man 14 bis 16 Tage zu rechnen. Hartes Holz mufs langsamer als weiches verkohlt werden, je länger der Meiler im Treiben bleibt, desto besser ist es für das Kohlenausbringen. Die Entstehung von Bränden läfst sich nicht immer vermeiden, besonders auf feuchtem Boden und bei nassem Holz. — Gleich nach dem Ziehen werden die Kohlen ihrer Gröfse nach sortirt; die von den ersten Zügen sind die gröfsten, nach dem Quandel hin ist das Holz vom Feuer mehr angegriffen, daher giebt es dort mehr kleine Kohle. Die gröfsern werden für Hohöfen, die kleinern für Frischfeuer und zu andern Zwecken bestimmt.

Man hat sich hie und da Mühe gegeben, die beim Verkohlen in Meilern entweichenden Dämpfe der Holzsäure zu sammeln, und so als Nebenprodukt Holzessig zu gewinnen; allein das Verkohlen in Meilern ist dazu gar nicht geeignet, indem die Gewinnung jener Flüssigkeit nur auf Kosten der Kohlenausbeute stattfindet. Nur während des Treibens würde die Anbrigung eines Rohrs in der Haube, welches die sauren Dämpfe nach Fässern leitet, ohne Störung zu bewirken sein. Man hat auch vorgeschlagen und geprobt, durchs

Bayerische Staatsbibliothek München

Aufstreuen von zerfallenem Kalk, statt der Decke von Erde, holzessigsauren Kalk zu erzeugen; allein in vielen Gegenden haben die gewonnenen Nebenprodukte zu wenig Werth, um der Mühe und Kosten zu lohnen und für den Kohlenverlust gehörig zu entschädigen.

Verkohlung in Haufen. — Die Verkohlung in Haufen oder liegenden Werken unterscheidet sich von der in Meilern dadurch, dafs bei derselben das Holz nur theilweis zur Verkohluug gebracht und die Kohlen nach und nach gezogen werden. Man rühmt von derselben, dafs sie vorzüglich gute Kohlen liefere, weil diese, kaum erzeugt, auch schon gezogen werden, also der Wirkung der Glühhitze weniger lange ausgesetzt bleiben, als die in Meilern; man will auch eine gröfsere Ausbeute an Kohlen erhalten haben. Gewohnheit und Fertigkeit entscheiden hier, wie so oft bei andern praktischen Fällen!

Es werden 6 bis 8 Fufs lange, ungespaltene Holzstämme übereinander gelagert, mit Kohlenlösche oder einer sonstigen Decke bedeckt verkohlt. Die Stätte ist horizontal, aber auch geneigt, so dafs der vordere, niedrige Theil des Haufens über dem tieferen Punkt errichtet wird. Man giebt dem Haufen eine Länge von 24, eine Breite von 8 Fufs, indem man das Holz in die Quere legt. Ist die Gröfse des aufzustellenden Haufens abgesteckt, so schlägt man Pfähle in 2 bis 3 Fufs Entfernung von einander 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs tief ein, die am hintern Theil, dem Segel, Kopf, müssen 7 bis 9 Fufs über die Grundfläche hervorragen, am vordern Theil aber immer mehr abfallen, so dafs der letzte Pfahl nur etwa 2 Fufs vorsteht. Sie dienen die Decke des Holzhaufens an den senkrechten Wänden zusammenzuhalten. Eben so schlägt man auch einige Pfähle für die hintere Seite ein, wenn diese eine senkrechte Wand bilden soll; wählt man aber eine Abschrägung, so ist es nicht nöthig. Man legt auf der Erde zuunterst lange gespaltene Stäbe, Aeste, gleichsam als einen Rost, darauf das Holz, stärkere und schwächere Blöcke, übereinander; jedoch sucht man die stärksten gegen das Segel hin zu lagern, und füllt alle Zwischenräume mit Ast- oder Gipfelholz aus. Der vordere Theil des Haufens erhält die schwächsten Hölzer, und oben zur Bedeckung Aeste und gespaltenes Holz. Zwischen den an der Seite eingeschlagenen Pfählen und den Holzenden mufs ein Zwischenraum von 6 Zoll auf jeder Seite bleiben, welcher mit angefeuchteter Kohlenlösche ausgestampft wird, indem vorher dünne Bretter an die innere Seite der Pfähle angelegt werden, um die Decke zusammenzuhalten; oben wird der Haufen wie ein Meiler bedeckt.

Um den Haufen anzuzünden, legt man glühende Kohlen am vordern Ende unter die untersten Holzlagen, wo man gleich anfangs trockenes, dürres Holz etc. hingebracht hat. Dringt ein hellblauer Rauch durch die Decke, so

wird das Loch sorgfältig geschlossen. Man stöfst vorn 3 bis 4 Zoll weite Löcher in den Haufen, wodurch dieser Theil erwärmt und in Gluth versetzt wird. Zeigt sich auch hier jener Rauch, so schliefst man die Löcher und stöfst weiter nach vorn zu an beiden Seitenwänden, 6 bis 7 Fufs vom vordern Ende, 3 bis 4 neue, 12 bis 15 Zoll entfernte Löcher etc., bis bereits die Verkohlung bis nahe ans Segel vorgerückt ist, wo dann zwei Reihen Löcher eingestofsen werden. Ist man so weit vorgerückt, schon 8 Fufs vom Segel entfernt Löcher einzustofsen, so kann am vordern Ende, wo schon gaare, erloschene Kohlen sich befinden, mit dem Ausziehen angefangen werden, und wenn das Segel noch in voller Verkohlung begriffen, mufs die vordere Hälfte der Kohlen schon ausgezogen sein. — Man pflegt auch wohl das über 9 Zoll starke Holz zu spalten und dann mit schwächerm, ausgespaltenem nach der Länge des Haufens einzulegen; hiebei sind viel weniger Löcher nöthig, weil sich das Feuer nach der Länge des Holzes leichter fortpflanzt, als in die Quere. Die Länge der Hölzer ist hier beliebig und es ist nicht erforderlich, dafs alle Stämme gleich lang seien.

Diese Art von Verkohlung ist weit mehr als die Meilerverkohlung zum Auffangen der Nebenprodukte geeignet, die Dämpfe strömen nach dem höher gelegenen Segel, welches zuletzt in Verkohlung tritt; hier kann man Röhren anbringen und in Fässer leiten. Das zuerst Gewonnene ist Wasser, später schwächere, dann stärkere Holzsäure, zuletzt kommt Theer, welcher immer dicker und braunschwarz wird.

Verkohlung des Holzes in Oefen.

Man verkohlt das Holz in Oefen, wenn man die flüssigen Nebenprodukte vorzugsweise gewinnen will; man glaubt auch im Vergleich mit Meilern und Haufen eine reichlichere Ausbeute an Kohlen in ihnen zu erhalten, allein die Erfahrung hat diefs, wie schon bemerkt, nicht bestätigt.

Verkohlungsöfen, die von aufsen geheizt werden. — Gleich wie im Kleinen bei der trocknen Destillation organischer Körper in Retorten, Röhren, wo der Luftzutritt gänzlich abgehalten ist, von den Produkten des Entmischungsprozesses nichts verloren gehen kann, so mufs es sich auch im Grofsen bei der Verkohlung in Oefen und Räumen verhalten, welche von aufsen geheizt werden. Allein die Gröfse solcher Oefen mufs immer eine beschränkte bleiben, denn sonst kann die Hitze von aufsen nicht gehörig durchwirken und das Holz im Innern verkohlen, daher sie auch um Kohlen zu brennen nie angelegt worden sind, diese waren dabei Nebenprodukt, Holzsäure und Theer das Hauptprodukt.

Seitdem man indefs die Erfahrung gemacht hat, dafs es bei den metallurgischen Prozessen nicht nothwendig ist, das Holz vollständig zu verkoh-

len, dafs sogar das unvollständig verkohlte Holz mit einem günstigeren Effect, als die daraus erhaltene Kohle, anzuwenden ist, haben die Verkohlungsöfen besonders dadurch ein gröfseres Interesse erhalten, dafs man die Gichtenflamme der Hohöfen selbst angewendet hat, um das zur Erhitzung der äufseren Wände der Oefen erforderliche Brennmaterial zu ersetzen. Es ist einleuchtend, dafs es nur darauf ankommt, ob man die Gichtenflamme längere Zeit wirken läfst, oder ob man den Prozefs früher unterbricht, um entweder eine unvollkommene Holzkohle, oder eine wirkliche Holzkohle zu erhalten. Es dürfte daher jetzt ziemlich gleichgültig sein, ob die Verkohlung mehr oder weniger weit vorgeschritten ist, und man wird sich derselben Oefen, die zum Trocknen des Holzes und zur Bereitung der charbon roux bestimmt sind, auch zur Holzverkohlung bedienen können, obgleich ökonomische Rücksichten, — die Kosten des Transports des rohen Holzes aus dem Walde zu den Gichten der Hohöfen, — die allgemeine Anwendung dieser Verkohlungsöfen beschränken.

Alle Verkohlungsöfen dieser Art bilden einen ganz geschlossenen Raum, welcher nur mit einer Oeffnung zur Ableitung der sich entwickelnden Dämpfe versehen ist. Sie sind bald aus Ziegelmauerung, bald aus starkem Eisenblech, bald aus gegossenen eisernen Platten zusammengesetzt. Die Oefen mit massiven Wänden erfordern am mehresten Brennmaterial zur äufsern Erhitzung. Ein sehr gewöhnlicher Ofen dieser Art ist der Theer- und Pechofen, in welchem sehr harzreiches Holz vorzüglich zu dem Zweck verkohlt wird, um Theer, Pech und Oel zu gewinnen. Ein solcher Ofen hat die Gestalt eines gewöhlichen Backofens, welcher aber noch von einem Mantel umgeben ist, so dafs der innere Ofen sich gewissermaafsen in einem zweiten, äufseren eingesetzt befindet. Der Zwischenraum zwischen dem äufseren und dem inneren Ofen dient zur Erhitzung des letzteren, welcher mit dem harzreichen Holz angefüllt ist. Die Einsetzöffnung für das Holz, welche nach Beendigung des Prozesses zugleich zum Ausziehen der Kohlen dient, wird während der Verkohlung fest verschlossen. Die Produkte von der Destillation, die zum Theil aus wirklich ausgebratenem Harz bestehen, welches schon gebildet im Holze vorhanden war, sammeln sich auf dem Boden des innern Ofens, dessen tiefer liegender Mittelpunkt eine Oeffnung ist, durch welche mittelst eines Kanals die sich condensirenden Dämpfe in eine Grube znsammengeleitet werden. Bei dieser Verkohlung sind Gewinnung von Theer und Pech der Zweck dei Operation. — Man hat aber ganz ähnliche Oefen zur Verkohlung überhaupt, in Verbindung mit einer Theergewinnung, in Vorschlag gebracht und wirklich angewendet. So bediente man sich z. B. in Schweden der sogenannten Funkschen Verkohlungsöfen von 230 bis 300 Kubikfufs räumlichem Inhalt, welche genau nach dem Princip der gewöhnlichen Theeröfen

construirt sind und nur darin abweichen, dafs sie keine runde, sondern eine viereckige Gestalt erhalten, aber auch mit einem gemauerten Gewölbe geschlossen sind. Diese Oefen erfordern (wenn sie nicht etwa durch die Gichtenflamme erhitzt werden) viel Brennmaterial zum Erhitzen der Umfassungsmauern, und haben daher wenig Beifall gefunden. — Die Oefen, bei welchen der verschlossene Raum durch Eisenblech, oder durch gegossene eiserne Platten gebildet wird, sind ebenfalls sämmtlich nach einem und demselben Princip construirt und nur darin von einander abweichend, dafs man bald eiserne Cylinder, bald eiserne Kasten anwendet, je nachdem man die Erhitzung auf diese oder jene Weise vortheilhafter und mit einem geringeren Aufwand von Brennmaterialien bewerkstelligen zu können glaubt. Die Flamme des Brennmaterials wird durch Züge unter und rund um den verschlossenen und mit Holz angefüllten Ofen geleitet, und zuletzt durch eine Esse abgeführt. Zur Ableitung der Destillationsprodukte ist der Ofen, gewöhnlich oben im Gewölbe oder in der Decke, mit einer Oeffnung versehen, welche mit einer Röhre und mit den gewöhnlichen Verdichtungsvorrichtungen in Verbindung steht, wenn es die Absicht ist, die Produkte zu sammeln und zu benutzen.

Verkohlungsöfen mit Zutritt von atmosphärischer Luft. — Die Verkohlung in solchen Oefen unterscheidet sich von der Verkohlung in Meilern und in Haufen nur dadurch, dafs das Holz von festen Umfassungswänden eingeschlossen ist. Es läfst sich zwar bei gut eingerichteten Oefen dieser Art der Luftzutritt genauer reguliren, als bei den ersteren, allein die durchs Schwinden des Holzes beim Verkohlen entstehenden leeren Räume, durch welche der Luftzutritt gestattet wird, sind nicht zu vermeiden. Man bedient sich solcher Oefen vorzüglich nur in den Fällen, wo die Gewinnung der Nebenprodukte Behufs einer fabrikmäfsigen Benutzung beabsichtigt wird. Den Luftzutritt zum innern Raume des Ofens regulirt man durch Registeröffnungen in den Umfassungswänden in ähnlicher Art, wie es bei Meilern etc. geschieht. Die Form des Ofens ist wegen des dichten Zusammensetzens des Holzes am bequemsten länglich-viereckig. Die beiden langen Seitenmauern tragen ein Tonnengewölbe, welches von den schmalen Giebelmauern an beiden Enden geschlossen wird; in diesen befinden sich die Oeffnungen zum Einsetzen des Holzes und Ausziehen der Kohlen, die während der Verkohlung zugemauert und von aufsen mit eisernen Thüren verschlossen sind. Rings um den Ofen sind zwei Reihen Oeffnungen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser in Abständen von 3 Fufs auseinander; die eine Reihe in der Höhe der Sohle des Ofens, die andere $1\frac{1}{2}$ Fufs höher. Eine 6 Zoll hohe Oeffnung dient zum Anzünden des Holzes durch eine beim Einsetzen desselben besonders ausgesperrte Feuergasse; sie wird nach dem Einbringen des Feuers vermauert. Die Gase und Dämpfe ziehen durch ein 6 Zoll weites kupfernes Rohr, wel-

ches im Gewölbe angebracht ist, nach den Condensations-Räumen. Zu Anfang bleiben die Registeröffnungen offen, werden aber im Verhältnifs, wie die Verkohlung vorschreitet, mit passenden Stöpseln geschlossen; eine rasche Verkohlung vermindert das Kohlenausbringen. Nach der völligen Verkohlung werden die Register mit Lehm fest verstrichen und der Ofen abgekühlt, wozu nach der Gröfse 8, 12, 14 Tage erforderlich sind; man pflegt auch wohl mit Wasser die Gluth im Ofen zum Ersticken zu bringen. Wird die Verkohlung langsam getrieben und die Register, wenn sich dicke Theerdämpfe zeigen, fast ganz geschlossen, so ist das Kohlenausbringen in solchen Oefen nicht geringer, als bei der Verkohlung unter beweglichen Decken. Wenn der Werth der gewonnenen Nebenprodukte daher die Erbauungs- und Unterhaltungskosten des Ofens, so wie die gröfseren Verkohlungskosten übertrifft, so ist es vortheilhafter, die Verkohlung in Oefen dieser Art, statt in Meilern und Haufen, vorzunehmen.

Ganz nach demselben Princip, nur mit geringerem räumlicheren Inhalt, ist der Ofen eingerichtet, den de la Chabeaussière ausgeführt hat. Er bedient sich sowohl unterirdischer, als Oefen über der Erde. Es wird eine Grube, 10 Fufs im Durchmesser, 9 Fufs tief ausgegraben, jedoch so, dafs der untere Durchmesser nur 9 Fufs beträgt, die Wände fest geschlagen, mit Rasen bekleidet. Rings um die Grube werden in gleichen Abständen 8 senkrechte, 6 Zoll ins Geviert weite Kanäle niedergetrieben, die durch kurze, horizontale, in den Ofen ausmündende, gemauerte Kanäle der atmosphärischen Luft Zutritt zum Ofen verschaffen. Die senkrechten Luftkanäle sind oben bedeckt, gehen aber durch ein kurzes horizontales Rohr in kleine Gruben aus, in denen man sehr leicht, ohne dafs der senkrechte Kanal selbst durch hineinfallende Erde und dergleichen verstopft werden kann, die Oeffnungen derselben verschliefsen kann. Die Sohle des Ofens, von Thon, von der Mitte nach der Peripherie hin abfallend, wird geschlagen, der obere Rand der Grube mit einem Kranz von Mauersteinen eingefafst, um darauf den eisernen Hut ruhen zu lassen, der bei der Verkohlung die Grube bedeckt. 9 Zoll unter diesem Mauerkranz ist ein 9zölliges Loch, in welchem eine sanft aufsteigende Röhre von 2 Fufs Länge lagert, sich dann aufwärts biegt und seitwärts in einen gemauerten Behälter ausmündet, welcher über der Erdoberfläche aufgeführt ist. Dieses Bassin kann mit Eisenplatten bedeckt werden, hat 2 bis 3 Zoll über der Sohle eine Abzugsöffnung für die Säure, den Theer, so wie in der einen befestigten Deckplatte ein Rohr zur Abführung der Gase. Will man aber die Säure und den Theer möglichst vollständig gewinnen, so mufs ein Fässerapparat mit Verbindungsröhren angewendet werden. Der Hut wird aus starkem Eisenblech zusammengenietet und durch Rippen verstärkt, er hat $10\frac{1}{2}$ Fufs Durchmesser, ist flach gewölbt, wiegt 5 bis $5\frac{1}{2}$ Centner, wird mit-

telst langer Hebel und untergelegter Walzen fortbewegt. In der Mitte ist ein 9zölliges Loch mit einem Hals und einer Stürze, die gut aufpassen mufs; desgleichen sind noch 4 kleinere Oeffnungen von 4 Zoll Durchmesser, 1 Fufs vom Rande abstehend, angebracht, gleichfalls mit Hälsen und Stürzen. Um die Kohle auszuziehen, ist ein Krahn mit Rollen erforderlich.

Die Oefen über der Erde werden ganz nach demselben Prinzip erbaut, die Dicke des aus Erde und Rasen aufzuführenden kreisförmigen Walls beträgt an der Sohle 8 Fufs; wenn also der lichte Durchmesser des Ofens 9 Fufs ist, so hat der ganze Ofen einen Durchmesser von 17 Fufs; am oberen Rande ist die Stärke des Erdwalls 3 Fufs. Die Luftlöcher sind horizontale Kanäle, in denen irdene Röhren liegen, 6 Zoll über der Grabensohle ausmündend, 8 im Umkreis des Ofens; für den Hut mufs ein Krahn mit Ketten vorhanden sein. Aus dem oben angebrachten gemauerten Bassin steigt die Gas, Dampf und Flüssigkeiten ableitende Röhre in den Fässerapparat nieder.

Die Aufstellung des Holzes ist gleich der in horizontalen Meilern, das Anzünden geschieht in dem senkrechten Quandelkanal mittelst glühender Kohlen, der Hut wird einige Zoll hoch mit Erde bedeckt und von Anfang an alle Zuglöcher an der Peripherie des Ofens und im Deckel geöffnet, dann aber mehr oder minder geschlossen, je nachdem es erforderlich ist. — De la Chabeaussière giebt an: in 8 Oefen jährlich 500 Decastère Eichenholz verkohlt und daraus 16,000 Hectolitre Kohlen, oder 64,000 französische Pfund, oder etwa 25 Proc. erhalten zu haben; aufserdem noch Theer und Holzsäure. Diefs giebt in preufsischen Maafsen von 15,000 Klaftern Holz 19,111$\frac{1}{2}$ Scheffel Kohlen, oder 66,976 Pfund.

Die Grubenverkohlung, wie sie noch jetzt in Schweden und Rufsland betrieben wird, gehört auch hieher. Man gräbt an der Seite eines Bergabhanges eine kegelförmige Grube, die Spitze nach unten gekehrt; von hier aus leitet man in einer etwas geneigten Rinne die flüssigen Produkte nach Aufsen in die untergestellten Fässer. Man füllt die Grube mit zerkleinertem Nadelholz, bedeckt das letztere mit Aesten und Erde, stöfst in diese einige Oeffnungen, um Zuglöcher anzubringen; das Anzünden geschieht von oben. Man hat auch wohl ausgemauerte Gruben. Bei dieser Verkohlungsart gewinnt man hauptsächlich Theer, wie in Schweden und Rufsland.

Verkohlungsöfen ohne Luftzutritt durch Erhitzung des Holzes mittelst glühender eiserner Röhren. — Diese Art der Verkohlung soll die Vortheile der ersterwähnten Verkohlungsöfen gewähren, den Zutritt der Luft abhalten, ohne mit jedem den Nachtheil zu theilen, die Verkohlung des Holzes durch die erhitzen Ofenwände zu bewirken. Die Erhitzung geschieht vermittelst eiserner Röhren, die durch den Ofen hin und

her gezogen sind, aufserhalb mit einer Feuerung in Verbindung stehen und in einen Schornstein ausmünden. Es ist wohl möglich, dafs auf diese Weise an Brennmaterial gespart wird, indem die eisernen Röhren durch eine geringere Menge Brennmaterial geheizt werden können, als die Umfassungswände des Ofens selbst; doch ist nicht zu übersehen, dafs um des Zugs willen die Luft noch ziemlich heifs aus dem Schornstein entweichen mufs. Man wird auch Oefen von gröfserem Rauminhalt auf diese Art anwenden können, indem man die Röhren überall hinleiten kann, also nicht zu befürchten ist, dafs das Holz in der Mitte unverkohlt bleibe. Die Dämpfe der Holzsäure und des Theers werden in derselben Art, wie bei der zweiten Art Oefen gelehrt worden ist, aufgefangen und condensirt. — Dieses Verkohlungsverfahren ist bisher noch wenig angewendet worden; obschon es nicht weniger vortheilhaft ist, als die Verkohlung in den erstbeschriebenen Oefen. In Blanscko in Mähren ist dieselbe im Grofsen zu 99 Klaftern Holzraum seit langer Zeit ausgeführt worden.

d) Verkohlungsöfen durchs Erhitzen des Holzes mittelst glühender zersetzter Luft. — Statt die heifse Luft, den Rauch und die Flamme durch die eisernen Röhren zu leiten, um dadurch das Holz im Ofen zu verkohlen, fafste Schwarz in Stockholm die obige Idee auf, und führte sie auch bei einem Versuchsofen aus, die Flamme unmittelbar in den Verkohlungsofen zu leiten, da in den glühenden Gasarten, welche die Flamme bilden, kein freies Sauerstoffgas mehr vorhanden ist, die ein Verbrennen des Holzes bewirken könnte. Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dafs die kostbaren eisernen Röhren entbehrlich werden, dafs die Erhitzung des Holzes unmittelbar und nicht mittelbar geschieht, wodurch an Brennmaterial gespaart werden mufs. — Die in Schweden angestellten Versuche scheinen kein günstigeres Resultat geliefert zu haben, als die Verkohlungsart unter beweglichen Decken; es entstehen im Ofen leicht Risse, Sprünge, durch welche die Luft einzudringen weit weniger vollständig abgehalten werden kann, als durch die Decke von Erde oder Kohlenlösche. Man hat daher auch diesen Ofen aufgegeben.

Torf und Torfverkohlung.

Der Torf erzeugt sich aus abgestorbenen Pflanzen, wenn sie mit stehendem Wasser in Berührung sind. Wasserpflanzen, namentlich Moose, machen den Anfang der Torferzeugung; sie durchziehen das Wasser in allen Richtungen, sterben ab, senken sich zu Boden, wodurch das Wasser endlich Morast wird. In diesem entstehen neue Pflanzen, welche auch absterben; ihre Wurzeln erleiden einen eigenthümlichen Entmischungsprozefs. So wird

der Morast endlich, indem in jedem Jahre eine neue Vegetation entsteht und untergeht, in ein Torflager umgewandelt, welches allmählig fest wird. In wärmeren Ländern geht die Torfbildung schneller als in kälteren vor sich, doch hindert die schnelle Verdunstung des Wassers die Erzeugung von Torf, daher man dort die Torfmoore nur in den Gebirgen findet.

So richtig es auch im Allgemeinen ist, dafs die Torfmaterie aus abgestorbenen Pflanzen entstehe, so kann man doch bei gewissen Arten des Torfs die Formen organischer Materie nicht wahrnehmen. Denn je weiter die Verwesung vorgeschritten, desto weniger sind die Pflanzentheile zu erkennen, welche zur Bildung des Torfes beigetragen haben; die unauflösliche Holzfaser ist in Humussubstanz, Humussäure etc. übergegangen. Im Baggertorf fehlen organische Reste fast gänzlich. Derselbe ist ein Schlamm, der beim Trocknen compakt wird. Er setzt in Holland, in der Gegend von Utrecht, zwischen Haag und Rotterdam, grofse Torfländer zusammen, aus welchen er durchs Baggern gewonnen wird. Auch im Münsterschen, in Frankreich, im Depart. Pas-de-Calais, wird Torf gebaggert. Er ist ein vorzügliches, reines, andere Torfsorten übertreffendes Brennmaterial, und kann, ähnlich wie Lehm- und Ziegelerde, in Steine gestrichen, also auch geprefst werden. Man hat dazu in England die Thonschneidemaschine angewendet. Die übrigen Torfarten enthalten sämmtlich vegetabilische Reste; es sind Land- und Sumpfgewächse, mit mehr oder weniger erdigen Theilen vermengt. Seegewächse sind im Torf nur an den Orten, die noch jetzt dem Einflusse des Meeres ausgesetzt sind; so an der Küste von Mecklenburg und von Schorn in Schweden. Sehr oft findet man in Torfmooren Baumstämme, die noch jetzt lebenden Bäumen angehören, zuweilen auch Vitriolkies, und durch die Zersetzung derselben Eisenvitriol. So namentlich in Schlesien, zwischen Münsterberg und Neifse, zu Kamenz, zu Schmiedeberg, bei Pretsch (in der Provinz Sachsen), zu Schwarzenbruch, am Bleiberg, in der Eifel. Torf findet man sowohl im Hochland, als im ebenen Land.

Der Stichtorf wird in parallelpipedischen Stücken gestochen, an der Luft getrocknet, indem er meist sehr feucht ist; nicht selten verliert er beim Eintrocknen $\frac{9}{10}$ des Gewichts. Der Baggertorf wird gestrichen, geprefst, um ihn compakt zu machen, welches Verfahren auch auf den Stichtorf angewendet werden kann. Der Torf hinterläfst beim Verbrennen meist ziemlich viel Asche, obschon auch Torf bekannt ist, welcher nur 1 bis 2 Proc. Erden hinterläfst; die Asche besteht aus Kiesel- und Thonerde, kohlens., schwefels., phosphors. Kalk, Eisenoxyd, phosphors., schwefels. Eisenoxyd. Der Torf wird, wenn er nicht gar zu viel Asche giebt, mit Vortheil zu Feuerungen angewendet, welche eine mäfsig starke, stete Erhitzung erfordern, für Dampf-

maschinenkessel, Feuerung der Lufterhitzungsapparate, zum Eisenfrischen und Umschmelzen des Roheisens in Flammöfen.

Durch Verflüchtigung des hygroskopischen Wassers wird die Brennkraft des Torfs vor dem Verbrennen desselben sehr erhöht werden. Besonders wird aber durch das Dörren oder starke Trocknen des Torfs seine Heizkraft sehr beträchtlich vermehrt werden können. Es kann diefs in den oben erwähnten Holztrockenöfen geschehen, obwohl man hin und wieder auch eigene Oefen dazu angewendet hat (s. Karsten's Eisenhüttenkunde, 3. Aufl. Tafel IV. Fig. 1.). Der lufttrockne Torf soll 0,40 Procent seines Gewichts und beinahe die Hälfte seines Volums durch das Trocknen verlieren, aber die Feuchtigkeit sehr schnell wieder aus der Luft anziehen, weshalb er auch unmittelbar angewendet wird, wenn er aus dem Trockenofen kommt.

Der Torf giebt bei der Verkohlung zwar dieselben Produkte, wie Holz, allein weniger Säure, bedeutend weniger Oel, dagegen aber Ammoniak. Man verkohlt denselben in Meilern, Gruben, Oefen, in letztern gewinnt man nicht mehr, als in den erstern, obgleich die Kosten gröfser sind. Die Kohlenausbeute bei recht reinem Torf, der kaum 1 Proc. Asche beim Verbrennen hinterläfst, beträgt, wurde die Verkohlung langsam betrieben, 26 bis 28, bei schnellem Verkohlen nur 13 bis 17 Proc. dem Gewicht nach. Wenige Torfarten liefern blos 1 Proc. Asche, bei weitem die allermehrsten geben 10 bis 20 Proc. und mehr, wodurch die Torfkohle in Schachtöfen wenig anwendbar wird, indem die Asche sehr strengflüssig ist. Zudem hat auch diese Kohle sehr geringe Festigkeit, so dafs sie sehr leicht in Schachtöfen, wenn sie nicht sehr niedrig sind, zerdrückt wird und dem Winde den Durchgang erschwert. Dagegen ist die möglichst aschenfreie Torfkohle in Glüh- und Schmelzfeuern für Reck-, Zinn- und Schaufelhämmer ein ganz vortreffliches Brennmaterial, welches die Holzkohle vollständig ersetzt, oft sogar übertrifft.

Zur Meilerverkohlung giebt man den Torfstücken gröfsere Dimensionen, als zum gewöhnlichen Gebrauch, 15 Zoll Länge, 6 Zoll Breite und Höhe, läfst ihn auch ganz lufttrocken werden. Die Meiler werden wie Holzmeiler gerichtet und behandelt, man macht sie aber kleiner, setzt nur 5 bis 6000 Stück an, so dafs sie höchstens 1,500 Kubikfufs Rauminhalt haben; unten am Quandel wird recht trocknes Holz gesetzt und 4 Zündgassen angelegt, oben bleibt eine Oeffnung von etwa einem Fufs im Durchmesser, welche keine Decke erhält. Sobald das Feuer zu dieser herausschlägt, wird auch hier eine Decke gegeben und in die Haube Oeffnungen gestofsen. Der Torf erfordert im Vergleich mit Holz stärkeren Luftzutritt, jede Art aber eine andere Behandlung. Bei einem guten Gang der Arbeit kann man auf ein Ausbringen von 35 bis 40 Proc. Kohle den Raum nachrechnen.

Das Verkohlen in Gruben geschieht wie das des Holzes, hinterläfst aber auch viel Brände, und auf der andern Seite ist ein Theil schon vollständig verascht. — Zur Verkohlung des Torfes in geschlossenen Räumen bedient man sich theils der eisernen Cylinder, Kästen, wobei aber dieselben durch die sauern Dämpfe stark angegriffen werden, theils gemauerter Oefen; die wenigen Nebenprodukte gewähren kaum eine Entschädigung für die vermehrten Kosten der Anlage. Man verkohlt aber auch den Torf in Oefen, in welche atmosphärische Luft hinzutreten kann; dieselben sind mit sehr unbeträchtlichen Abänderungen eben so eingerichtet, wie die Holzverkohlungsöfen; man wendet entweder einen Rost an oder Registeröffnungen in den Wänden. Weil der Torf einen gröfseren Luftzutritt beim Verkohlen verlangt, bedient man sich lieber anderer Oefen von geringerem räumlichen Inhalt, und bringt in den Umfassungswänden mehr Oeffnungen in geringerer Entfernung von einander an. Ein Ofen nach diesem Prinzip ist zu Rothan, im franz. Vogesen-Depart., erbaut worden, und ist ein nach oben regelmäfsig verjüngter Schacht, welcher drei Reihen Registeröffnungen hat und mit einer gufseisernen Platte geschlossen wird. Beim Füllen des Ofens mit Torf wird in der Axe desselben ein senkrechter Raum ausgespart, der dann mit trocknem Holz gefüllt wird, welches zum Anzünden des Torfes dient. Beim Anfang des Prozesses ist der Ofengang offen, die beiden oberen Reihenöffnungen geschlossen, nicht aber die untere; zeigt sich durch die letztere der Torf weifsglühend, so werden die unteren geschlossen. Nach 6 bis 7 Stunden sind die unteren sämmtlich geschlossen, worauf die Oeffnungen der zweiten Reihe geöffnet werden, und so weiter; nach 20 Stunden entwickelt sich kein Rauch mehr, dann verschliefst man die obere weite Oeffnung mit der Platte, die in der Mitte einen Schieber hat, mittelst dessen der Zug regulirt wird; zuletzt verschliefst man auch diese Oeffnung. Man läfst dann den Ofen einen Tag lang abkühlen, giefst Wasser hinein und kann dann nach 24 Stunden die Torfkohlen ausziehen. Man erhält dem Raum nach 35, dem Gewichte nach 24 Proc. Kohle; der Kubikmeter jener Kohle wiegt 250 Kilogr., also nach preufs. Maafs der Scheffel $29\frac{1}{4}$ Pfd.

Steinkohle und Braunkohle und Verkohlung derselben, Koaksgewinnung.

Man untercheidet in der Mineralogie Steinkohlen und Braunkohlen (Kohlenblende, Faserkohle); allein der Uebergang dieser verschiedenen Arten in einander ist oft so unmerklich, dafs es häufig sehr schwer fällt, dieselben genau zu unterscheiden, denn der braune oder schwarze Strich, mehr oder weniger Glanz können nicht als unfehlbare Kennzeichen angesehen werden;

und selbst in Bezug auf die chemische Zusammensetzung stehen Braunkohle und Steinkohle einander sehr nahe.

Die Schwarz- und Braunkohlen kommen in unregelmäſsiger Gestalt vor, haben einen muschligen, unebenen Bruch, mehr oder minder ausgezeichneten Fettglanz, eine schwarze oder braune (mitunter graue) Farbe, sind undurchsichtig, matt; spezifisches Gewicht der Steinkohlen 1,16 bis 1,63. Sie zeigen bisweilen eine mehr oder minder deutliche holzartige Structur, oft ist dieselbe ganz verwischt. Die Braunkohlen zeichnen sich durch ein sehr unangenehm riechendes Brandöl aus, welches sie beim Verbrennen oder Destilliren entbinden.

Man theilt die Schwarzkohlen, Steinkohlen, an denen man keine Holztextur mehr wahrnimmt, ein: in Pechkohle, von starkem Glanz, vollkommen muschligem Bruch, kommt vor in Schlesien, Rheinprovinzen, Sachsen, Würtemberg, Baiern, Schottland. — Schieferkohle mit deutlich schiefriger Textur; in Schlesien (Waldenburg, Bielschowitz etc.), Sachsen (Löbejühn, Wettin bei Halle), Rheinprovinz, Westphalen, Dresden (Potschappel), Würtemberg, Baiern, England und Schottland (Newcastle, Whitehaven, Dumfriershire, Derbyshire) etc. Blätterkohle, eine Varietät der letzteren. — Grobkohle, Bruch uneben, grobkörnig, im Groſsen dickschiefrig, wenig glänzend; Schlesien, Sachsen (Dresden). — Kannelkohle von groſs- und flachmuschligem Bruch, ins Ebene verlaufend, schwachglänzend, leicht entzündlich, mit groſser, heller, weiſser Flamme brennend; specifisches Gewicht 1,16 bis 27: England (Wigan in Lancashire, Whitehaven in Shropshire, auch bei Scheffield), Shottland, Gegend von Edinburgh, Clydesdale). Sie hinterläſst 3,1 Proc. Asche, giebt unter allen Arten am wenigsten Koaks, nämlich 32 Proc.

Die Braunkohle wird eingetheilt in: Gemeine Braunkohle, zum Theil sehr deutliche Holzgestalt, Bruch erdig, selten flachmuschlig, fettglänzend, hat unter allen Braunkohlen die meiste Festigkeit, kommt vor im Mannsfeldschen, in Sachsen, Thüringen (Artern), Rheinprovinzen (Emmendorf bei Coblenz, Cöln, Bonn), Böhmen, Steiermark, England (Devonshire, Boveycoal). — Erdkohle, staubartige, mehr oder minder fest verbundene Theile, glanzlos, zerreiblich, brennt mit starkem Rauch und bituminösem Geruch: Thüringen, Sachsen (Halle, Merseburg), Mannsfeld. — Moorkohle, häufig zerklüftet, fast ohne Holztextur, schwach glänzend, mancher Art Steinkohlen sehr ähnlich: Hessen, Böhmen (Teplitz, Carlsbad), Mähren. — Fossiles (bituminöses) Holz, von deutlicher Holztextur, fasriger, muschliger Querbruch, matt; spezifisches Gewicht 1,38 bis 2,0: Thüringen (Artern), Sachsen, Hessen, auf Island in groſser Menge, Suturbrand genannt. — Der häufige Gehalt der Braunkohlen an Schwefeleisen bedingt theils Selbstent-

zündungen auf den Lagern, theils die Erzeugung von Eisenvitriol, Bittersalz und Alaun, wie z. B. in Böhmen.

Man kann die Braun- und Schwarzkohlen als Pflanzenfasern betrachten, welche durch eine Art von Gährungsprozefs eine Entmischung erlitten haben. Es ist aufser allem Zweifel, dafs jene kohligen Mineralkörper einst Pflanzen gewesen sind, welche, unter einer Erddecke begraben, einer Selbstentmischung preisgegeben wurden, deren Endresultat eine Concentration ihres Kohlenstoffgehaltes durch verhältnifsmäfsig bedeutendere Abscheidung von Sauer- und Wasserstoff als von Kohlenstoff ist. Die so entstandene natürliche Kohle ist daher von derjenigen Kohle wesentlich verschieden, welche durch eine Zersetzung von Holz bei erhöhter Temperatur gewonnen wird, ein Beweis, dafs erstere nicht durch Einwirkung von Feuer entstanden sein könne. — Die Pflanzen, welche das Material zu den Steinkohlen liefern, scheinen blos Monocotyledonen gewesen zu sein, Gefäfskryptogamen (Farrnkräuter, Equiseten, Lykopodien), welche einem heifsen Klima angehörten. Die Braunkohlen sind dagegen vielleicht nur allein aus Dicotyledonen entstanden. Fasriges fossiles Holz macht den unmittelbaren Uebergang in die unveränderte Holzfaser.

Unterwirft man die Steinkohlen einer trockenen Destillation, so erhält man unter andern Produkten eine Kohle als Rückstand, welche Koak genannt wird. Bei dem Verkoaken zeigt sich eine auffallende Verschiedenheit in der äufseren Gestalt der Koaks; einige behalten die Form der Steinkohlen unverändert bei verringertem Volumen, die zerkleinerten Theile bleiben in einem pulvrigen Zustand; bei andern ändert sich auch letzteres nicht, die Theilchen fritten zu einem festen Klumpen zusammen; andere endlich blähen sich auf, bilden eine mehr oder minder lockere Masse; jedoch findet eine scharfe Grenze überall nicht statt. Nicht selten kommen Kohlenarten von verschiedener chemischer Beschaffenheit mit einander verwachsen oder in parallelen übereinander liegenden Schichten vor, die meist nur dünn sind, hin und wieder aber auch mehrere Zoll stark durch Kluftflächen zerrissen und zerspalten; oft bildet auch die Faserkohle zwischengelagerte Schichten.

Karsten bezeichnet diese drei Varietäten der Steinkohle mit dem Namen Sandkohle, Sinterkohle, Backkohle. Dieses Verhalten der Steinkohle hängt mit ihrer chemischen Zusammensetzung zusammen. Sämmtliche Schwarz- und Braunkohlen bestehen aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff; in keiner Steinkohle findet sich aber Wasser- und Sauerstoff in dem Verhältnifs der Wasserbildung.

Der wirkliche Gehalt an Kohlenstoff weicht in den Steinkohlen von 74 bis 97 Proc. ab. Steinkohlen von geringerm Gehalt an Kohlenstoff haben eine mehr braune als schwarze Farbe, wenn zugleich die Menge des Wasserstoffs

bedeutend ist. Ausgezeichnet schwarze Farbe, verbunden mit beträchtlicher Härte und starkem Glanz, läfst auf einen grofsen Kohlenstoffgehalt und auf einen reichlichen Gehalt an Sauerstoff schliefsen; ist aber die Härte und Festigkeit geringer, so hat das Verhältnifs des Wasserstoffs zugenommen. Schwarze Farbe, mattes Ansehen, bedeutende Festigkeit, nicht unbeträchtliche Härte deuten bei einem reichlichen Gehalt an Sauerstoff eine an Kohlenstoff weniger reiche Kohle an. Ueberhaupt je mehr die Härte abnimmt, desto gröfser ist das Verhältnifs des Wasserstoffs, je gröfser die Festigkeit, desto gröfser ist die Menge des Kohlenstoffs gegen die des Wasser- und Sauerstoffs.

Die Backkohlen zeichnen sich durch eine dunkelschwarze Farbe und leichte Entzündlichkeit aus; in ihnen waltet der Wasserstoff bedeutend über den Sauerstoff vor. Der Kohlenstoffgehalt wechselt von 50 bis 86 Proc. Sie sind unter allen Steinkohlenarten die einzig zur Gasbereitung tauglichen, für Rostfeuerungen aber, wenigstens die stark backenden, darum nicht anwendbar, weil sie so sehr sich aufblähen und dadurch die Roste verstopfen, den Luftzug hindern. Dagegen können sie zu Schmiedefeuer mit Nutzen gebraucht werden. Sie verbrennen, da sie wenig Schwefel enthalten, mit weifser Flamme ohne stinkenden Rauch.

Die Sinter- und Sandkohlen haben eine weniger dunkelschwarze, mehr ins Eisengraue sich neigende Farbe, ihre Oberfläche und Bruch ist oft sehr glänzend; sie entzünden sich viel schwerer, brennen mit bläulicher Flamme, mit einem schwefligen stinkenden Geruch, weil sie meist viel Schwefel enthalten, entzünden sich wegen des Schwefeleisens nicht selten in den Gruben und Magazinen von selbst. In dieser Kohle ist der Gehalt an Wasserstoff zurückstehend, überhaupt der Kohlenstoff mehr vorwaltend, 52 bis 59 Proc. letztere in den Sandkohlen. Man bedient sich der in Backkohle übergehenden Sinterkohle zum Flammofenbetrieb mit Nutzen, so wie auch zum Erzrösten. — Sandkohle mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt ist die schlechteste Kohle.

Die Braunkohlen backen nie, sie behalten auch im verkohlten Zustande ihre Form bei; ihr Kohlenstoffgehalt wechselt von 67 bis 74 Proc. Sie können zu Rostfeuerungen, nicht aber in Schachtöfen angewendet werden. Die Erdkohle wird mit Wasser gemengt, aus welchem Teig man Ziegel streicht, die getrocknet verbrannnt werden. Beim Brennen ist die Menge der Asche, besonders von der Erdkohle, beträchtlich, so wie der üble Geruch lästig.

Je gröfser der Kohlenstoffgehalt der Steinkohle, desto dicker ist die Consistenz des durch eine gute Destillation zu gewinnenden Theers. Die Sandkohlen geben also mehr wässrige Flüssigkeit, als die Sinter- und Backkohlen; die Menge sich erzeugender Gase steht mit dem Kohlenstoffgehalt

der Steinkohlen im umgekehrten Verhältnifs. Bei Anwendung einer sehr schwachen, langsam bis zum Glühen verstärkten Hitze wird mehr Wasser, weniger Oel, mehr Gas erzeugt, welches aber weniger leuchtet, als bei rasch vermehrter Hitze; je backender die Steinkohle, desto mehr nimmt das Verhältnifs des Oel erzeugenden Gases in dem Gasgemenge zu. Nur Sand- und Sinterkohlen, bei denen der Kohlenstoffgehalt gering ist, werden von der Rothglühhitze zersetzt, obige Flüssigkeiten entwickeln sich erst in der Dunkelrothglühhitze.

Verkohlung der Steinkohlen (Verkoakung).

Um die Anwendbarkeit einer Steinkohle zum Verkoaken zu beurtheilen, mufs auf den Aschengehalt, die Zerklüftung, Einlagerung von Faserkohle Rücksicht genommen werden. Backkohlen haben vor den Sinter- und besonders vor den Sandkohlen den grofsen Vorzug, dafs sie durch die letzten Verhältnisse zum Verkoaken nicht untauglich werden, weil die vor dem Verkohlen getrennten einzelnen Theile, aus denen die Kohlenmasse besteht, beim Verkoaken zusammenschmelzen und daher Koaks in grofsen Stücken liefern können; es sei denn, dafs sie mit Schichten von Faserkohle zu stark durchzogen, oder dafs die Klüfte stark mit fremdartigen Beimengungen ausgefüllt werden, die durch feine Risse und Klüfte sehr zerspalten sind, wenn sie nicht etwa bedeutend zu den Backkohlen hinneigen. Sinterkohlen, die durch feine Risse und Klüfte sehr zerspalten sind, wenn sie nicht etwa bedeutend zu den Backkohlen hinneigen, noch mehr. Sandkohlen eignen sich zum Verkoaken durchaus nicht, weil sie in kleine Stücke zerfallen, die in Schachtöfen nicht benutzt werden können. Sandkohlen von einem Kohlenstoffgehalt von 90 Proc. (sogen. Anthracit) sind als natürliche Koaks zu betrachten und lassen sich unter Umständen als solche anwenden, wenn sie eine homogene Masse bilden und nicht zerspringen. Dagegen sind Sinter- und Sandkohlen von geringem Kohlenstoffgehalt, die wenigstens in 4 bis 5 Zoll starken Lagen gleichartig bleiben, nicht zerklüftet sind, sehr gut zur Verkoakung anwendbar; allein die aus ihnen erzeugten Koaks sind sehr dicht, fest, erfordern eine grofse Windmenge. Kohlen, die beim Verbrennen 5 Proc. Asche und darüber hinterlassen, geben für Eisenhohöfen sehr wenig brauchbare Koaks.

Die Koaks sind leichter als die Steinkohlen, grauschwarz von Farbe, von schwachem Seidenglanz, ausgezeichnet porös, möglichst von Schwefel frei. Sie erfordern zum Brennen einen gröfseren Luftzug als Steinkohlen, indem sie reine Kohlen sind, letztere aber noch Wasser- und Sauerstoff enthalten, weshalb die Oefen höher sein, die Gebläse mehr Wind in die Oefen treiben müssen. Bei gleichem Volum verhält sich die Wirkung der Holz-

kohlen zu der der Koaks beim Verschmelzen der Eisenerze in Schachtöfen = 1 : 2 bei gleichem Gewicht = 23,1 : 100, im letzten Falle = 71,2 : 100.

Die Koaks von Backkohlen sind locker, schwammig, dem Durchgang der Luft zugängig, Koaks aus Sinterkohlen dagegen bilden schon eine dichtere, festere Masse, die von Sandkohlen endlich sind dem Durchgang der Luft sehr ungünstig; dagegen können die ersteren auch durch ihre Lockerheit unbrauchbar werden, weil sie schon beim Aufeinanderliegen grofser Masser durch ihr eigenes Gewicht zerdrückt werden, noch weit mehr in hohen Schachtöfen durch die Last des Erzes. Man kann daher lockere Koaks nur in niedrigen Schachtöfen verwenden, dann aber auch mit sehr günstigem Erfolg. Kleine Kohlen, wie sie beim Steinkohlenbergbau in grofser Menge abfallen, sind nur dann zum Verkoaken geeignet, wenn es Backkohle ist; sind die kleinen Kohlen aber mit Letten, Schieferthon, Faserkohle verunreinigt, so werden die daraus darzustellenden Koaks durch einen zu grofsen Aschengehalt unbrauchbar.

Das Verkoaken, gewöhnlich, aber nicht mit Recht, Abschwefeln genannt, geschieht sowohl in Meilern, Haufen, als auch in Oefen; im letzteren Fall, um theils die Dämpfe zu condensiren, theils besonders die Gase aufzufangen und zu benutzen. Kleine Kohlen werden gewöhnlich in Oefen verkohlt, für die Stückkohlen bedient man sich fast nur der Meilerverkohlung.

Verkohlen der Steinkohlen in Meilern.

Verkohlen der Stückkohlen. — Früher setzte man die Steinkohlen, wie das Holz, in runde Meiler von 10 bis 15 Fufs im Durchmesser, so dafs die Kohlen von der Peripherie nur 6 bis 8 Zoll, in der Mitte aber 18 bis 24 Zoll hoch übereinander lagen; man bedeckte den kegelförmigen Meiler mit Stroh oder Laub, darüber mit Erde oder Lösche. Bald fand man, dafs, um den zu starken Luftzutritt abzuhalten, ganz kleine Kohlen ausreichen, und dafs es hinlänglich, die verkoakten Stellen mit Lösche zu bedecken. Statt der runden Meiler stellte man jetzt die zu verkohlenden Steinkohlen in langen Haufen ohne Decke auf, um eine gröfsere Menge auf einmal verkohlen zu können; allein die Erfahrung hat gelehrt, dafs dabei durchs Verbrennen ein bedeutender Verlust stattfindet.

Ein trockner, ebner Platz bildet die Verkohlungsstätte, einem sandigen Boden giebt man eine 6 Zoll hohe Decke aus einem Gemeng von Lehm und kleinen Staubkohlen. Nach der Längenaxe des Haufens, den man aufbauen will, wird eine Schnur gezogen, längs dieser werden zu beiden Seiten in der Entfernung von 2 zu 2 Fufs (bei leicht entzündlichen Kohlen in weiteren Entfernungen) 2 bis 2½ Fufs lange Pfähle eingeschlagen, welche nach der Aufstellung des Haufens ausgezogen werden, und die Punkte angeben,

an denen derselbe angezündet wird. Die gröfsten Kohlenstücke werden längs der Schnur gegen einander geneigt aufgestellt, wodurch ein in der Längenaxe des Haufens fortlaufender Luftkanal gebildet wird. An diese gröfsten Stücke lehnen sich dann die folgenden Reihen der Kohlenstücke zu beiden Seiten in immer kleineren Dimensionen an, aber so, dafs Zwischenräume möglichst vermieden werden; die kleineren Kohlenstücke dienen zur Ausfüllung derselben, die kleinsten, von 2 bis 3 Kubikzoll, als Decke. Die Breite der Haufen pflegt 10 bis 12 Fufs zu sein, die Länge 100 bis 150 Fufs, doch ist die Länge aufserwesentlich und richtet sich nach dem Oertlichen. Durch die abnehmende Gröfse der Steinkohlen von der Mitte nach den Seiten enthält der Haufen im Querdurchschnitt die Gestalt eines Tonnengewölbes; die Höhe beträgt in der Mitte 16 bis 22 Zoll, vermindert sich zu beiden Seiten bis 6 und 4 Zoll. Auf die untere Schicht wird nie eine zweite regelmäfsige Schicht aufgetragen, sondern man bedeckt sie mit Steinkohlenstücken.

Ist der Haufen vollständig gesetzt, sind die Pfähle ausgezogen, so werden in die dadurch gebildeten kleinen Schächte brennende Steinkohlen geworfen, wodurch der ganze Haufen in Zeit von 4 bis 6 Stunden in Brand geräth. Während dem ist nur nöthig, dafs man Obacht giebt, wo die Flamme nachläfst und Veraschung eintreten will; diese Stellen werden sogleich, um das Feuer zu ersticken, mit Lösche beschüttet. Die Zeit, wie lange ein Haufen brennen mufs, hängt von der Natur der Kohle ab; sehr backende Kohlen erfordern vom Anzünden bis zum Bedecken der letzten Stelle 36 bis 48 Stunden, weniger backende 12 bis 16 Stunden; bei Frostwetter, heiterer Luft und Wind erfolgt das Verkoaken schneller, als bei stiller Luft und Regenwetter; starkes Dampfen zeigt eine mehr backende, lockere Kohle an, bei schwachem erhält man gewöhnlich dichte und feste Koaks. Ehe das Feuer erlischt, mufs der mit Lösche bedeckte Haufen 3 bis 4 Tage lang stehen bleiben, dann werden die Koaks von den kurzen Seiten des Haufens gezogen.

So einfach auch dieses Verfahren ist, so mangelhaft ist es, indem durchs Verbrennen ein beträchtlicher Kohlenverlust stattfindet; man hat daher die ältere Verkohlungsart in runden Meilern mit einigen Modifikationen an mehreren Orten wieder eingeführt, und es wird wahrscheinlich die Haufenverkohlung nach und nach ganz aufgegeben werden. Das neuere Verfahren besteht darin, dafs man in der Mitte des runden Meilers eine nach oben zu conisch verengte Esse aus Ziegelsteinen, 6 Zoll stark, aufführt, um welche die zu verkohlenden Steinkohlen in concentrischen Reihen aufgestellt werden. Die Höhe derselben hängt von der Höhe ab, welche man dem Meiler in der Mitte geben will, $3\frac{1}{2}$ Fufs, weil, wenn man den Meiler höher bauen wollte, die Koaks zerdrückt werden würden. Die Esse wird einige Zoll höher gemacht, unten etwa 12, oben 6 Zoll weit, oder 15 und 8; oben legt

man einen gufseisernen Kranz aufs Mauerwerk, um eine Platte aufdecken zu können. Die Mauer der Esse ist durch Aussparen der Ziegel beim Aufmauern mit concentrischen Reihen von Oeffnungen bis zur Höhe des Meilers versehen, um das Innere des letzteren mit der ersteren zu verbinden. Das Anfstellen der Kohlen geschieht in kreisförmigen Reihen rings um die Esse, nach Aufsen die kleinern Kohlen; an der Sohle des Meilers bildet man von der Peripherie nach dem Essenschacht führende Züge, Luftkanäle, wie bei der Haufenverkohlung gröfserer Meiler, und schwer entzündliche Kohlen erfordern mehr Luftkanäle als kleine Meiler und leicht entzündliche Kohlen. Ein Meiler mittlerer Gröfse, von 18 Fufs im Durchmesser, erhält 6 bis 8 Luftkanäle. Auf die unterste Schicht Kohlen kommt eine zweite, dritte, bis der Meiler 3½ Fufs hoch ist, im Uebrigen verfährt man wie bei den Haufen, auf die Sohle des Essenschafts wirft man trockne Holzspäne und zündet sie von Oben an.

Die Behandlung der Meiler beim Verkohlen ist verschieden; nach dem einen Verfahren, welches nur bei stark backender Kohle anwendbar ist, bedeckt man den fertig gesetzten Meiler 3 Zoll dick mit angefeuchteter Kohlenlösche, so dafs Flammen und Rauch nicht durchdringen, sondern nur durch den Essenschacht abgeführt werden; der Meiler bleibt so lange im Treiben, als noch Rauch und Flamme sich zeigen, darauf wird der Essenschacht bedeckt, alle Oeffnungen geschlossen, um das Feuer zu ersticken; nach drei Tagen werden die Koaks gezogen. Ein anderes Verfahren besteht darin, keine Decke zu geben; man bedeckt nach und nach die Stellen, wo keine Flamme mehr erscheint; sobald sich Flamme und Rauch aus der Esse erheben, wird sie zugedeckt. Man verfährt im Uebrigen wie bei der Haufenverkohlung, nur dafs hier das Feuer von Innen nach Aufsen geleitet wird, wodurch im Durchschnitt 5 Proc. Koaks mehr gewonnen werden. Sind alle Punkte des Meilers mit Lösche beworfen, so wird die Platte vom Essenschacht abgenommen, damit die sich noch entwickelnden Dämpfe abziehen können, während die Luftkanäle den Zug reguliren. Steigt keine bläuliche Flamme mehr aus der Mündung der Esse auf, etwa 24 Stunden nach gänzlicher Bedeckung des Meilers, so werden die erstere und alle Kanäle sorgfältig geschlossen, um das Feuer zu ersticken. Bei diesem Verfahren wird die Decke schon vor der vollendeten Verkohlung gegeben und diese durch die Zuglöcher und die Esse bewirkt.

Verkoaken der kleinen Kohlen, Staubkohlen, in Haufen ist wenig gebräuchlich; es findet fast überall in Oefen statt.

Verkohlen der Steinkohlen in Oefen.

Verkoaken der Stückkohlen. — Man wählt hiezu schwach backende Steinkohlen, theils weil sie viel condensirbare Theerdämpfe entwickeln, theils weil sie sich in Oefen leichter verkohlen lassen und keinen so starken Luftzutritt erfordern, als Sinter- und Sandkohlen, welche sich stark aufblähen; diese sind hiezu kaum geeignet, weil sie dem Luftzutritt hinderlich, und weil es schwierig sein würde, die zusammengebackenen Koaks auf dem Ofen zu schaffen. Man bedient sich zu diesem Behuf runder Schachtöfen.

Zuunterst bringt man etwas trocknes Holz, darauf trägt man die Kohle durch die Eintragthür, ist diese dann zugesetzt, durch die Schachtmündungen ein, spart aber in der verlorenen Mauer einen Kanal zum Anzünden des Holzes aus. Ist der Ofen bis an die Dampfröhre gefüllt, so wird die Mündung des Schachts mit der Platte geschlossen, die Fugen mit Lehm verstrichen, das Holz angezündet, die drei oberen Reihen der Luftkanäle geschlossen, die untern allein geöffnet. Nach 10 Stunden zeigt sich das Feuer durch die zweite Reihe der Zuglöcher, daher man die unterste schliefst, diese öffnet; so fährt man von 10 zu 10 Stunden fort, bis die vierte geöffnet worden, welche aber nur etwa 3 Stunden geöffnet bleibt. Nach 12 Stunden, während welcher Zeit der Ofen fest verschlossen geblieben, werden die glühenden Koaks ausgezogen und mit Wasser gelöscht. Die Kohlen dürfen im Ofen nie flammen, sondern blos glühen. Auf der Windseite müssen die Register wenig oder gar nicht geöffnet werden; wird die Farbe der glühenden Kohle dunkel feuerroth, wohl gar weifs, so müssen die Zuglöcher geschlossen werden.

Die im Ofen erzeugten Koaks sind immer dichter, fester, als die in Haufen und Meilern erhaltenen, weil sie sich weniger ausdehnen können; daher erhält man auch dem Raum nach weniger Koaks in Oefen als in Meilern und Haufen; dem Gewicht nach dürfte es aber wohl ziemlich gleich sein. Wo die Nebenprodukte von der Verkoakung gröfseren Werth haben, als die Kosten der Anlage und Unterhaltung der Oefen und der Betrag der höheren Arbeitslöhne, würde das Verkohlen der nicht zu sehr backenden Steinkohlen in Oefen zu empfehlen sein.

Die Verkohlung der kleinen Kohlen geschieht auf überwölbten Heerden, nach Art der Backöfen mit einem noch flacheren Gewölbe construirt.

Man giebt solchen Oefen, deren mehrere nebeneinander angelegt werden, eine vom Kreise wenig abweichende elliptische Form, damit die vordere Oeffnung nicht zu grofs ausfalle; man pflegt die Dimensionen so zu nehmen, dafs 10 bis 13 Kubikfufs Staubkohlen in einer Lage von 6 Zoll

Höhe auf der Heerdsohle ausgebreitet werden können. Je flacher das Gewölbe sein kann, welches hauptsächlich von der Beschaffenheit des Baumaterials abhängt, desto günstiger ist der Erfolg des Verkoakens. Man fertigt dasselbe aus feuerfestem Thon, oder Mauerziegeln, aus feuerbeständigem Sandstein; Kalkmörtel kann wegen der sich aus den Steinkohlen entwickelnden schwefligen Säure, die in Schwefelsäure übergeht, nicht angewendet werden. Man bedeckt das Gewölbe mit einer Lehmschicht, darüber mit Sand, um die Abkühlung durch die äufsere umgebende Luft abzuhalten.

Man bringt den Ofen durchs Verbrennen von kleinen Stückkohlen in Hitze und trägt dann die obige Menge Staubkohlen ein, breitet sie auf den Heerd in gleicher Höhe aus, worauf sie in Brand gerathen. Wenn das Rauchen aufhört, keine Flamme mehr erscheint, und sich auf der Oberfläche der Kohlen weifse Flugasche bildet, dämpft man die Gluth mit Wasser. Der Verkohlungsprozefs dauert 6 Stunden. Die Arbeit geht ununterbrochen Tag und Nacht, bis etwaige Reparaturen einen Stillstand nöthig machen. Man giebt dem Ofen zuweilen auch die Einrichtung, dafs über der Mitte des Gewölbes eine kurze Esse sich erhebt, durch welche die Dämpfe abziehen; man construirt auch den Ofen eiförmig, an beiden schmalen Seiten befinden sich dann Oeffnungen zum Einsetzen der Kohlen und Ausziehen der Koaks. Die Heerdsohle ist von der Mitte aus nach diesen Oeffnungen hin schwach geneigt. Letztere sind mit eisernen Rahmen versehen und mit eisernen Schiebeplatten geschlossen, die mittelst eines Hebels und Gegengewichte auf und ab bewegt werden können; in den Platten sind mehrere Löcher angebracht, um Luft zuzulassen. Das Eintragen der Kohlen erfolgt abwechselnd auf der einen und auf der andern Seite, und man richtet sich mit der Arbeit überhaupt so ein, dafs die eine besetzt wird, während auf der andern die Verkohlung noch nicht ganz vollständig erfolgt ist.

Eine Vergleichung des Effects der verschiedenen Brennmaterialien kann immer nur für bestimmte Temperaturen, also für bestimmte Zwecke, welche durch die erhöhete Temperatur während einer gewissen Zeitdauer erreicht werden sollen, angestellt werden. Diese Vergleichung ist indefs sehr schwierig, und daher sind die bis jetzt erkannten Erfahrungen nur sehr unvollständig. Weil jede Art des Brennmaterials eine eigenthümliche Feuerungseinrichtung erfordert, um den gröfsten Effect für einen bestimmten Zweck hervorzubringen, so kann die Vergleichung schon aus diesem Grunde nicht unter gleichen Umständen und Verhältnissen erfolgen, und die Einflüsse der Strahlung, Absorption, Reflektion, Transmission und Leitung der Wärme müssen sich daher bei einem Brennmaterial anders, als bei dem andern geltend machen und die Effecte beim Verbrennen modificiren. Die Brennkräfte der Brennmaterialien lassen sich unter gewissen Voraussetzungen ziemlich genau

bestimmen; allein mit den Brennkräften stehen die Wirkungen, ganz besonders die Heizkräfte der Brennmaterialien, nur selten im geraden Verhältnifs. Von ganz besonderem Einflufs auf den Effect scheint die spezifische Wärme der flüchtigen Substanzen zu sein, welche sich beim Verbrennen, sowohl bei verschiedenartigem, als bei einem und demselben Brennmaterial, in verschiedenen Temperaturen entwickeln.

Es sind aber diese, noch ziemlich unbekannten Verhältnisse nicht die einzigen, welche eine Effectvergleichung erschweren, sondern es treten noch andere Umstände ein, von scheinbar geringerer Wichtigkeit, durch welche indefs die Resultate sehr verdunkelt und unzuverlässig werden. Zuerst die verschiedenartige Beschaffenheit eines und desselben Brennmaterials. Sodann der Feuchtigkeitsgehalt. Endlich die genaue Bestimmung der Maafse und Gewichte, je nachdem die Vergleichung nach dem Volum oder nach dem Gewichte angestellt werden soll. Vergleichungen nach dem Volum sind so unzuverlässig, dafs nur selten daraus Resultate von annähernder Richtigkeit erhalten werden können.

Bei Wasserverdampfungsprozessen (Siedeprozessen) lassen sich die Effecte des lufttrocknen Kiehnenholzes, des lufttrocknen Torfes (von einer Brennkraft von etwa 3000 Wärme-Einheiten) und der Steinkohlen von nicht zu stark backender Beschaffenheit etwa in folgender Art annehmen:

Dem Volumen nach sind gleich zu setzen:

100 Steinkohlen = 400 Holz = 400 Torf,
100 Holz = 25 Steinkohlen = 100 Torf.

Dem Gewicht nach wären die Effecte gleich für

100 Steinkohlen = 160 Holz = 250 Torf.

Die Wirkung von 1 Gewichtstheil Backkohlen besteht in der Verdampfung von $5\frac{1}{4}$ Gewichtstheilen Wasser, in so fern sie nicht zu kleinen Siedepfannen angewendet werden. Bei sehr grofsen und zweckmäfsig eingerichteten Pfannen, — bei welchen der Siedeprozefs nicht oft unterbrochen werden darf, folglich ein geringerer Wärmeverlust durch minder häufiges Anwärmen bis zum Siedepunkt stattfindet, — können auch 6 bis 7 Gewichtstheile Wasser verdampft werden. — Die Effecte der Brennmaterialien scheinen daher bei den Siedeprozessen in einem sehr nachtheiligen Verhältnifs zu ihren Brennkräften zu stehen, und die Steinkohlen leisten, im Verhältnifs ihrer bedeutend gröfseren Brennkraft, ungleich weniger als das Holz.

Anders stellt sich das Verhältnifs, wenn höhere Temperaturgrade hervorgebracht werden sollen, indem die Steinkohlen durch ihre überwiegend gröfsere Heizkraft das Holz im Effect so sehr übertreffen, dafs durch das lufttrockene Holz der verlangte Effect häufig nicht einmal erreicht werden kann, sondern stark gedörrtes Holz angewendet werden mufs. Beim Um-

schmelzen des Roheisens in Flammöfen sind, um 100 Preufs. Pfund Roheisen einzuschmelzen, etwa 7 Kubikfufs Holz im lufttrocknen Zustande erforderlich, während dieser Effect durch 1 Kubikfufs Steinkohlen hervorgebracht werden kann. Die Effecte der beiden Brennmaterialien würden sich also verhalten:

Dem Volumen nach	100 Steinkohlen	=	700 Holz
	100 Holz	=	14,3 Steinkohlen.
Dem Gewicht nach	100 Steinkohlen	=	260 Holz
	100 Holz	=	38 Steinkohlen.

Dem Volumen nach leisten die Steinkohlen also einen 7 Mal und dem Gewicht nach einen mehr als $2\frac{1}{2}$ Mal gröfseren Effect als das Kiefernholz, so dafs bei so hohen Temperaturen der Effect der Steinkohlen, im Vergleich mit dem, welcher sich durch das Holz hervorbringen läfst, mit den Brennkräften beider Brennmaterialien abermals nicht im Verhältnifs steht und die Brennkraft der Steinkohlen vergleichungsweise sogar höher erscheint, als sie wirklich ist. Herr Bineau glaubt, dafs die zu Ichoux angestellten Versuche zu dem Resultate führen, dafs 2 Theile Torf dem Gewicht nach die Wirkung von 1 Theil Steinkohlen beim Verkoakungsprozefs leisten. Alle solche Verhältnifszahlen haben jedoch keinesweges einen absoluten Werth, indem die gröfsere oder geringere Leistungsfähigkeit eines Brennmaterials zum grofsen Theil von der gröfseren oder geringeren Zweckmäfsigkeit der Vorrichtungen und Räume abhängt, in welchen die Verbrennung erfolgt.

Eben so wie bei den Vergleichungen für niedrige Temperaturen der Effect der Steinkohlen zu dem des Holzes sehr gering erscheint, stehen auch die Koaks in der Wirkung gegen die Holzkohlen für geringere Grade der Temperatur sehr zurück. Vergleicht man diese Effecte für höhere Temperaturen, so läfst sich annehmen, dafs bei dem mit erhitzter Luft stattfindenden Betriebe der Hohöfen, also bei einem Prozefs, durch welchen gleichzeitig eine Reduction und eine Schmelzung bewerkstelligt werden soll, folgendes Effectverhältnifs statt findet:

Dem Volumen nach	100 Koaks	=	250 Holzkohlen
	100 Holzkohlen	=	40 Koaks.
Dem Gewicht nach	100 Koaks	=	80 Holzkohlen
	100 Holzkohlen	=	125 Koaks.

Diese Verhältnisse sind natürlich nur annäherungsweise richtig, und liegt dabei die Annahme zum Grunde, dafs die Holzkohlen aus Kiefernholz dargestellt sind. So grofse Effecte für die Koaks werden jedoch nach den bisherigen Erfahrungen nicht erreicht, wenn beim Hohofenbetriebe ein Theil der Holzkohlen durch Koaks ersetzt wird.

Ungleich gröfser, in Vergleichung mit den Holzkohlen, stellt sich der Effect der Koaks beim Umschmelzen des Roheisens in den Kupolöfen, wenn

die Vergleichung bei dem Betriebe mit erhitzter Luft bei 5 Fufs hohen Oefen für die Koaks und 15 Fufs hohen Oefen für die Holzkohlen aus Kiefernholz angestellt wird. Das Effectverhältnifs stellt sich dann etwa:

Dem Volumen nach	100 Koaks	=	450 Holzkohlen
	100 Holzkohlen	=	$22\frac{1}{2}$ Koaks.
Dem Gewicht nach	100 Koaks	=	120 Holzkohlen
	100 Holzkohlen	=	$83\frac{1}{3}$ Koaks.

Diese Effecte stehen mit den Brennkräften aufser allem Verhältnifs und durchaus nicht in irgend einem nachweisbaren Zusammenhange. Es wird daher für eine jede Operation und für eine jede Vorrichtung zu einer und derselben Operation das Effectverhältnifs erst durch die Erfahrung gefunden werden müssen.

Vierter Abschnitt.

Die Gebläse.

Gebläse nennt man diejenigen Vorrichtungen, in denen die atmosphärische Luft aufgefangen, zusammengedrückt und durch Leitungsröhren in die Formen der Oefen oder Heerde geführt wird; die in den Ofen strömende Luft selbst heifst der Wind. Bei den Flammen- und Windöfen wird dagegen die Zuleitung der atmosphärischen Luft zum Brennmaterial durch einen natürlichen Luftzug hervorgebracht, wodurch ein mehr oder weniger grofser Feuerraum zu einer höhern Temperatur gebracht wird; in Schachtöfen und Heerden aber soll die Verbrennung in der Regel an einem oder an mehreren bestimmten Stellen mit der gröfsten Heftigkeit statt finden, welches nur durch eine Concentrirung der Luft auf diese Stellen, oder in den eigentlichen Schmelzraum des Ofens bewirkt werden kann. Deshalb sind die Schmelzräume mit einer oder mit mehreren Oeffnungen (den Formen) versehen, durch welche die verdichtete Luft aus den Gebläsen mittelst einer Röhre (der Düse oder Deupe) eingeführt wird. Die Gebläseluft wird entweder mit derselben Temperatur, in welcher sie aufgefangen wurde, in den Ofen geführt, oder letztere wird vorher durch künstliche Mittel erhöhet. Sehr häufig soll der Wind aus mehreren Gebläsen in eine Form geleitet werden, weshalb denn auch mehrere Düsen in derselben liegen, oder, wie es zweckmäfsiger ist, die Gebläse mit einem gemeinschaftlichen Windbehälter versehen sein müssen, aus welchem die Luft, mittelst einer Windleitung, einer einzigen Düse zugeführt wird.

Man unterscheidet folgende Arten von Gebläsen:

Die ledernen Balggebläse oder Blasbälge. Die Einrichtung des gewöhnlichen einfachen ledernen Blasbalges ist allgemein bekannt. Er ist darum unvollkommen, weil er einen beständig absetzenden Wind giebt, und wird daher zum Hüttengebrauche nur noch weniger angewendet, weshalb wir ihn hier füglich übergehen können.

Die hölzernen Bälge oder Balggebläse. Bei diesen, die, obgleich sie sehr unvollkommene Gebläse sind, dennoch noch häufig bei Eisenhüttenwerken angewendet werden, da sie sich leicht anfertigen lassen, bewegen sich ein hölzerner Kasten und eine hölzerne Fläche gegen einander und beide sind so mit einander verbunden, dafs eine drehende Bewegung entsteht, es mag nun die Fläche in den Kasten hineingedrückt, oder der Kasten um die Fläche bewegt werden. Letztere Einrichtung ist die gewöhnlichere und weicht von ersterer nur sehr unwesentlich ab. Jeder hölzerne Balg besteht demnach aus zwei Theilen, aus dem Ober- und aus dem Unterkasten, indem die Fläche, wie wir sehen werden, ein niedriger Kasten sein mufs. Obgleich die hölzernen Bälge sehr unvollkommene Gebläse sind, so werden sie doch beim Hüttenwesen ihrer Wohlfeilheit wegen nicht ganz verdrängt werden können.

Fig. 1. Taf. I. ist der Längendurchschnitt eines Balges nach der zweckmäfsigsten Construction und Fig. 2. ein Grundrifs des Unterkastens. Die hintere Fläche des Oberkastens ist gekrümmt, und zwar ist der Mittelpunkt dieser Krümmung der Drehungspunkt. Der pyramidale oder keilförmige Oberkasten bewegt sich um den Unterkasten auf und nieder und begrenzt dadurch einen Raum von veränderlicher Gröfse, welcher bei der höchsten Erhebung des Oberkastens mit Luft angefüllt ist, die beim Niederdrücken desselben aus einer, im vorderen Theile des Oberkastens im sogenannten Balgkopfe befindlichen und mit der Düse in unmittelbarer Verbindung stehenden Oeffnung ausgeprefst wird. Die äufsere Luft tritt durch ein im Unterkasten befindliches Ventil *a* (Fig. 1. und 2.) ein, welches gewöhnlich aus einer hölzernen Klappe besteht, deren untere Fläche mit Schaafwolle überzogen ist, und die sich entweder in einem ledernen oder metallenen Charnier bewegt. Beide Kästen werden aus sehr trockenen starken Bohlen angefertigt, die entweder mit einander verzinkt, oder mit einem einfachen Falze gegen einander gestofsen und durch eiserne Bolzen mit einander verbunden werden, damit durch die Fugen keine Luft entweicht. Die beiden Seitenwände des Oberkastens sind mit flügelartigen Verlängerungen, sogenannten Backenstücken versehen, durch welche und den Balgkopf eine geschmiedete Walze *d* geht, durch welche Vorrichtung, das Schlofs, sich der Oberkasten frei um den Unterkasten bewegen kann. Die andere Fläche des

Oberkastens besteht aus einem sehr niedrigen Brette, dem Stirnbrette *p*, Fig. 1., welches sich mit einem Falze oder in einer Nuth, die in den Balgkopf eingelassen ist, bewegt. Der Unterkasten kann vorzüglich wegen der Vorrichtungen zum Verdichten seiner Kanten gegen die Wände des Oberkastens keine ebene Fläche bilden, weshalb der Wind nicht rein aus dem Balge ausgeprefst werden kann. Die Verdichtung des Unterkastens mit dem Oberkasten geschieht durch sehr glatte hölzerne Leisten *m*, welche durch die Haken oder Kröpfe *y* festgehalten und durch die Federn *z*, die an dem Unterkasten befestigt sind, gegen die Wände des Oberkastens gedrückt werden.

Da der Balg nur beim Niedergehen des Oberkastens Wind ausprefst, beim Aufgehen desselben aber Luft einsaugt, so müssen wenigstens zwei Bälge vorhanden sein, um einen nicht gar zu sehr unterbrochenen Luftstrom hervorzubringen. Entweder liegen die Düsen beider Bälge unmittelbar in der Form des Ofens oder des Heerdes, oder sie blasen ihren Wind in einen gemeinschaftlichen Sammelkasten aus, und dann ist in dem Balgkopf ein Auslafsventil angebracht, damit der Wind nicht aus dem Kasten in den Balg zurücktreten kann. Ein Sammelkasten ist auch immer dann vorhanden, wenn die Bälge an einer Welle liegen. Die aus dem Kasten abgehende Windleitungsröhre ist mit der Düse gewöhnlich durch einen ledernen Schlauch verbunden, wodurch man im Stande ist, der Düse sehr leicht jede Lage und Richtung in der Form zu geben.

Der Balg steht fest und unverrückbar auf dem Balggerüst, Fig. 1., mit welchem der Unterkasten unmittelbar verbunden ist. Das Niederdrücken des Oberkastens geschieht gewöhnlich durch Wellfüfse oder Kämme, die entweder unmittelbar auf den Deckel, oder auf die mit ihm in Verbindung gesetzten Leit- oder Streichhölzer, Trittschemel u. s. w. wirken. Gehoben wird der Oberkasten gewöhnlich durch einen, mit einem Gegengewicht versehenen Balancier oder durch ein, über eine Rolle gehendes Gegengewicht, welches jedoch nie so schwer sein darf, dafs der Oberkasten zu rasch gehoben wird, indem das nachtheilig für die Liederung des Balges und für das gehörige Füllen desselben mit Luft ist.

Die Bälge, bei welchen der Unterkasten in den Oberkasten gedrückt wird, sind die in Schweden in Anwendung stehenden Widholmsgebläse. Der Oberkasten hat eine keilförmige Gestalt und in ihm bewegt sich der in der Schärfe des Keils um eine Welle drehende und mit der Liederung, so wie mit dem Einlafsventil versehene Unterkasten auf und nieder, und drückt die verdichtete Luft durch ein im Deckel des Oberkastens befindliches Ventil aus. Die Bewegung des Unterkastens und eine Kurbel, die an der Welle sitzt. Das aufser Schweden wenig oder gar nicht in Anwendung stehende

Widholmsgebläse hat zwar eine gröfsere Wirksamkeit als die Bälge, und erfordert eine geringere bewegende Kraft; allein da die Kosten seiner Anlage bedeutend sind, und es stets viel Reparaturen erfordert, so wird sein Gebrauch immer beschränkt bleiben. (Beschreibung und Abbildung in Karsten's Eisenhüttenkunde, 3. Aufl., II. §. 581. und Taf. VIII. Fig. 1. u. 2.)

Die hölzernen Kastengebläse. Bei denselben heifst der Unterkasten Kolben; er ist nicht mit dem Oberkasten verbunden, sondern wird auf allen Seiten ganz gleichförmig in denselben hineingeschoben. Die Kastengebläse bestehen in der Regel aus Holz; nur selten sind die hölzernen Kästen mit geschliffenem Roheisen oder mit Bleiplatten ausgefuttert, und noch seltener bestehen die Kästen aus Marmor.

Die Kastengebläse haben eine sehr verschiedenartige Einrichtung; entweder haben die Kästen eine senkrechte Stellung und die Luft wird entweder beim Auf- oder beim Niedergange des Kolbens, oder bei sogenannten Doppelbläsern, bei beiden ausgeprefst, oder die Kästen haben eine liegende Stellung und der Kolben bewegt sich entweder horizontal oder in einer Bogenlinie. Schief liegende Kästen findet man nicht, und die senkrecht stehenden haben überall den Vorzug.

Ein sehr zweckmäfsig eingerichtetes, wirksames (es liefert ungefähr 800 Kubikfufs Luft in der Minute) und wohlfeiles Kastengebläse ist in Fig. 3. im Quer- und in Fig. 4. Taf. I. im Längendurchschnitt dargestellt. *A, A, A*, die drei Abtheilungen des Gebläses, sind überall von gleichen Dimensionen, und in ihnen bewegen sich die drei Kolben *D, D, D*. Die beiden Seitenwände der Kästen bestehen jede aus einem Stück, in welche die vier Querwände *V, V, V, V* eingelassen sind. Das Ganze wird durch eiserne, durch die Scheidewände gehende Bolzen und durch Schrauben zusammengehalten.

Bei der Anfertigung dieser, so wie der Gebläsekästen überhaupt, verfährt man folgendermafsen. Zu den äufsern Wänden nimmt man zweizöllige fichtene oder kieferne Bohlen, schneidet sie der Länge nach in zwei Hälften, von denen jede 1 Zoll stark, und leimt sie nun wieder so aufeinander, dafs die Fasern in entgegengesetzter Richtung laufen. Hierdurch wird das Werfen oder Ziehen der Bohlen verhindert. Die innere Oberfläche der Kästen bildet ein Futter von Espen-, Linden- oder auch Erlenholz, welches auf die fichtenen Bohlen, deren Fasern horizontal laufen, so aufgeleimt wird, dafs die Fasern senkrecht oder in gleicher Richtung mit der Bewegung des Kolbens laufen.

Die Kolben *D, D, D* bestehen aus drei über einander liegenden Bohlen, von denen die mittlere kleiner, als die obere und untere ist, so dafs auf allen vier Kanten eine drei Zoll tiefe und vierzehn Linien weite Nuth gebildet wird. In denselben liegen vier $1\frac{1}{2}$ Zoll breite und ebenfalls 14 Linien hohe

hölzerne Leisten *O*, *O*, die willig hineingehen. Zwischen ihnen und den Kanten des mittleren Kolbenbrettes bleibt daher ein leerer Raum *x*, *x*, in welchem Federn befindlich sind, die gegen die Leisten *O*, *O* und diese gegen die Wände des Kastens drücken, und auf diese Weise eine luftdichte Liederung bilden. — *E*, *E* sind Ventile zum Einlassen der atmosphärischen Luft, die auf der einen Seite durch ein Charnier gehalten und durch einen kleinen Hebel *Q* und ein darauf wirkendes Gewicht *y* verschlossen werden, indem dasselbe die Schwere des Ventils nur etwas übersteigt, damit diese stets geschlossen gehalten werden, wenn das Gebläse in Ruhe ist.

Wenn sich der Kolben durch die drehende Bewegung der Welle *K*, *K* hebt, so öffnen sich die Ventile *E*, *E* durch den Druck der äufsern Atmosphäre, und wenn der Kolben die gröfste Höhe erreicht hat, so schliefsen sich die Ventile durch das Gegengewicht *y*. Der alsdann niedergehende Kolben drückt alle in dem Raume *A* befindliche Luft durch das Auslafsventil *C* in den Kanal *B*, *B*, von wo ab sie durch die Röhre *F* dem Ofen oder Heerde zugeführt wird. Das an dem anderen Ende des Kanals *B* befindliche Sicherheitsventil *B* hat den Zweck, den Wind zu reguliren. Durch Vor- und Rückwärtsschieben des Gewichts *F* auf den Hebel kann der Druck der Luft in dem Gebläse vermehrt oder vermindert werden. Man läfst den Wind aus diesem Ventil auch dann entweichen, wenn er nicht aus der Deupe ausströmen, das Gebläse aber auch nicht still stehen soll. Die Auslafsventile *C*, *C*, *C* werden beim Aufgange des Kolbens durch die Federn *P*, *P*, *P* geschlossen. Sämmtliche Ventile sind mit Kaninchenfellen beschlagen. *J*, *J*, *J*, *J* sind aus Eichenholz bestehende Säulen, an den Wänden des Kastens durch dieselben Schraubenbolzen befestigt, welche durch die Scheidewände *V*, *V*, *V*, *V* gehen. Auf diesen Säulen, die unten auf eine zweckmäfsige Weise in Schwellhölzern befestigt sind und dem ganzen Gebläse Haltung verleihen, liegen die Querbalken *L*, *L*, *L*, *L* und auf ihnen die gufseisernen Zapfenlager mit messingenen Pfannen *N*, *N*. Um die Kurbelwelle *K* stets in ihrer Lage zu erhalten, sind sie mit Pfannendeckeln und Druckschrauben versehen. *H*, *H*, *H* sind gabelförmige Kurbelstangen, welche dem Kolben die auf und niedergehende Bewegung mittheilen. An ihrem oberen Ende haben sie messingene Pfannen *M*, *M*, *M*, die die Warzen der Kurbeln auffassen; an dem unteren Ende sind sie mittelst Charnieren *G*, *G*, *G* mit dem Kolben verbunden, damit die Stange eine schwingende Bewegung machen kann, so wie sie ihr durch die Kurbeln mitgetheilt wird. — *F*, *F*, *F* sind eiserne glatt abgedrehte Stangen, die mit ihrem unteren Ende an dem Kolben befestigt sind, und die den Zweck haben, denselben senkrecht zu erhalten, weshalb sie durch die mit Messing ausgefutterte Oeffnung der eisernen Bügel *W* gehen. An der Verlängerung *L* der Welle sitzt ein Stirnrad, wel-

ches ihr die Bewegung von einem Wasserrade, oder von einer Dampfmaschine mittheilt. Die innere Oberfläche der Kästen ist, zur Verminderung der Reibung, mit schwarzer Seife überzogen.

Ueberall, wo es darauf ankommt, geringe Windquantitäten ohne starke Pressung herbeizuschaffen, sind gute Kastengebläse vollkommen hinreichend, und sie verdienen in diesem Falle um so eher den Vorzug, da sie wohlfeil und überall leicht zu erbauen sind. Bedarf man aber grofser Windquantitäten, wie in grofsen Hüttenwerken, oder eines sehr stark geprefsten Windes, wie bei den meisten Eisenhüttenprozessen, so verdienen

die eisernen Cylindergebläse den Vorzug. Bei diesen findet nämlich ein weit geringerer Windverlust statt, da die verdichtete Luft bei den hölzernen Gebläsen nicht allein zwischen den Leisten und Wänden der Kästen einen Ausweg sucht, sondern auch durch die Fugen und sogar durch die Fasern des Holzes selbst, besonders wenn sie eine starke Pressung hat, entweicht. Dafs man für die eisernen Gebläse nur die cylinderische Form wählt, hat darin seinen Grund, weil sich die Cylinder am genauesten darstellen lassen und weil sie das vollkommenste Anschliefsen der Kolben an die Wände gestatten. Der Mechanismus ist bei den Cylindergebläsen im Allgemeinen derselbe wie bei den Kastengebläsen; allein so selten bei letztern die doppelt wirkenden, oder Doppelbläser sind, so selten sind bei jenen die einfachen, indem die doppelt wirkenden Cylindergebläse einfacher sind und einen geringeren räumlichen Inhalt der Cylinder so wie auch eine bessere Benutzung der bewegenden Kraft gestatten. Bei diesen Gebläsen wird sowohl beim Aufsteigen, als beim Niedergehen der Kolben Wind ausgeprefst, indem, während der Raum über oder unter dem Kolben durch den aufsteigenden oder niedergehenden Kolben von der vorher aufgefangenen Luft entleert wird, der Raum unter oder über dem Kolben sich gleichzeitig wieder mit atmosphärischer Luft anfüllen mufs.

Die Cylindergebläse sind, obgleich sie noch mancher Verbesserung fähig sein mögen, unstreitig die vollkommensten Gebläse, und wenn auch mehrere andere unter besonderen Umständen einzelne Vorzüge haben, so halten sie doch im Allgemeinen und in der Hauptsache keinen Vergleich mit ihnen aus. Daher sind denn die Cylindergebläse jetzt auch sehr allgemein verbreitet.

Sie haben eine sehr verschiedenartige Einrichtung, von denen einige der allgemeinsten und zweckmäfsigsten hier beschrieben werden.

In Fig. 5. Taf. I. ist ein sehr einfaches Cylindergebläse abgebildet. *a* ist die Kolbenstange, welche in einer conischen Oeffnung in der Mitte des Kolbens befestigt ist; dieser besteht aus einer Bodenplatte mit angegossenen Rippen. Der Raum zwischen den Rippen wird mit Holz *b*, *b* ausgefüllt, um einen schädlichen Raum möglichst zu vermeiden. Auf dem äufseren Theile

c, c der Bodenplatte liegt ein lederner Kranz, auf diesem ein Holzring, auf diesem wieder ein lederner Kranz und das Ganze wird durch den oberen eisernen Ring *d, d* mittelst Schraubenbolzen gegen die Bodenplatte angedrückt. Die Lederkränze legen sich auswendig um den Holzring, der an der Peripherie ausgekehlt und mit Wolle gefüllt ist. *e* ist die an der Deckplatte des Cylinders angegossene Stopfbüchse, *f* die darauf befestigte Drückung; im Zwischenraum um die Kolbenstange befindet sich Werg, welches mit Talg und Oel getränkt ist. *g, h,* die beiden Ventile, durch welche die äufsere Luft in den Cylinder eintritt, *i, k,* die beiden entgegengesetzten, durch welche die verdichtete Luft nach dem, weiter unten näher zu betrachtenden Windregulator *m* durch das gemeinschaftliche Rohr *t, t* geleitet wird; *n* das Rohr, welches den Wind aus dem Regulator nach der Form leitet. Beim Aufgange des Kolbens wird die atmosphärische Luft durch das Ventil *h* eingesogen, und die verdichtete durch das Ventil *i* ausgedrückt, und beim Niedergange findet Ersteres durch das Ventil *g* und Letzteres durch das Ventil *k* statt.

Die Hälse für die Ventile an dem Boden und an dem Deckel des Cylinders veranlassen immer einen nicht ganz zu vermeidenden schädlichen Raum, weshalb man sich bemüht hat, die Räume für die Ventile möglichst zu beschränken. Bei sehr grofsen Cylindern bedient man sich statt der an den Boden und an den Deckel angegossenen Hälse der sogenannten Ventilkästen, welche für sich unabhängig sind und an den Boden und Deckel luftdicht angeschroben werden. Häufig enthält dann ein und derselbe Kasten das Einlafs- und das Auslafsventil. Eine solche Einrichtung zeigt z. B. der Gebläsecylinder Fig. 6. Taf. I., der zu Merthyr-Tydwill in Südwales vorhanden ist. Statt des Windsammelkastens ist hier eine Röhrenverbindung *r, r, r* gewählt. Die Gröfse des Cylinders erforderte auch grofse Ventile, und der Ventilkasten *d, d* konnte daher nicht kleiner construirt werden; *a, a* sind die Einlafsventile, nämlich an jedem Ende des Cylinders zwei, *b, b* die Auslafsventile. In der Abbildung geht der Kolben niederwärts, weshalb die beiden oberen Einlafs- und das untere Ausblaseventil geöffnet, und die beiden unteren Einlafs- und das obere Ausblaseventil aber geschlossen sind. Beim Aufgange des Kolbens findet das Entgegengesetzte statt. *f* ist die Stopfbüchse, deren Einrichtung weiter unten noch näher gezeigt werden soll; *h* zeigt die Verbindung der Kolbenstange mit dem Kolben. Die Schlitze in der Muffe des Kolbens und der geschmiedeten eisernen Kolbenstange correspondiren so mit einander, dafs der eiserne Keil *g* durchgesteckt werden kann. Der aufstehende Rand *k* des Kolbens dient zur Anbringung der Liederung, und die speichenartig aufstehenden Ränder *t*, deren gewöhnlich vier, bei gröfseren Cylindern auch noch mehr vorhanden sind, zur Verstärkung des

Kolbens. Die Räume zwischen *k* und *l* werden, wie schon weiter oben bemerkt worden, mit Holz ausgefuttert, damit sie sich nicht mit verdichteter Luft ausfüllen und den schädlichen Raum vermehren.

Eine andere gute Einrichtung der Ventile sieht man in Fig. 12. Taf. II.; man hat dabei den schädlichen Raum ebenfalls so viel als möglich zu vermeiden gesucht. Der obere Einlafsventilkasten hat daher eine Vertiefung *N*, welche nur ein gehöriges Oeffnen der beiden Ventile gestattet; das obere Ausblaseventil *E* liegt ganz dicht an dem Deckel. Eben so ist es der Fall mit den drei unteren Einlafsventilen *C*, *C*, *C*, wogegen an dem untern Ausblaseventil *D* ein Hals unvermeidlich war. Dieses Gebläse, auf dessen vorzügliche und eigenthümliche Einrichtung wir noch zurückkommen werden, ist in England construirt und auf den Hüttenwerken des Aveyron in Frankreich aufgestellt. *A* ist der Gebläsecylinder, *F* die Kolbenstange; die übrigen Theile der Maschine werden wir weiter unten betrachten.

Wesentliche Einrichtungen bei jedem Cylindergebläse sind die Ventile, die Stopfbüchse und die Liederung.

Die Ventile werden entweder in den Hälsen des Cylinders oder in den Ventilkästen so angebracht, dafs sie eine geringe Neigung gegen den Horizont haben, damit sie sich durch ihr eigenes Gewicht schliefsen, wenn sie durch den Druck der Luft nicht geöffnet werden. In einzelnen Fällen erfolgt das Verschliefsen durch Federn oder Gegengewichte. Die Ventile sind fast immer Klappen- und nur selten Kegelventile, da jene einen überwiegenden Vorzug vor diesen haben. Sie bestehen entweder aus leichtem Holz oder aus dünnem Eisenblech. Sie sind mit Filz, Schaaf- und Kaninchenfellen u. s. w. gefuttert und schlagen gegen hölzerne oder eiserne, ebenfalls mit Filz oder Fell gefutterte Ventilsitze. Die Einlafsventile macht man immer möglichst grofs, besonders bei einem schnellen Kolbenwechsel, damit sich der räumliche Inhalt des Cylinders mit Luft von atmosphärischer Dichtigkeit anfüllen kann; die Ausblaseventile sind dagegen kleiner zu machen. Der Ventilsitz wird durch Schrauben an den Hals oder an den Ventilkasten befestigt, das Ventil bewegt sich in einem Streifen Leder, oder, wenn es von Blech ist, in blechernen Charnieren.

Die Einrichtung der Stopfbüchsen für kleinere Cylinder ist schon meist oben bei der Beschreibung der Fig. 5. Taf. I. erläutert worden. Bei grofsen Cylindern ist diese Stopfung aber nicht hinreichend. Fig. 6. Taf. I. zeigt eine andere Einrichtung der Stopfbüchse *f*, die an den Cylinderdeckel gegossen ist. *s* ist die Kolbenstange, welche durch die ringförmigen Büchsen *x* von Messing senkrecht hindurchgeführt wird. *z* sind Flechten von Hanf, welche den Raum in der Stopfbüchse ausfüllen und durch die messingenen Büchsen *x* festgehalten werden. *n* ist die, gleichfalls mit einer ring-

förmigen Messingbüchse *x* ausgefutterte Deckplatte, welche an die Stopfbüchse angeschlossen ist, um zu verhindern, dafs sich der Hanf und die Messingbüchsen heben. Die Deckplatte *n* hat in der Mitte eine ringförmige Vertiefung *m*, in welche von Zeit zu Zeit etwas Oel gegossen wird, um die auf und nieder gehende Bewegung der Kolbenstange zu erleichtern. Die Befestigung der Deckplatte an die Stopfbüchse geschieht mittelst der an den zwei entgegengesetzten Seiten hervorstehenden Stücke, die sogleich mit angegossen und mit Löchern versehen sind, durch welche Schraubenbolzen gesteckt und oben auf dem Deckel fest angezogen werden.

Die Liederung oder das Verdichtungsmittel, welches man anwendet, um den Zwischenraum zwischen dem Rande des Kolbens und der inneren Fläche des Cylinders auszufüllen, ist von besonderer Wichtigkeit für die Cylindergebläse, indem durch eine unvollkommene Liederung die Wirkung ungemein vermindert werden kann, da die verdichtete Luft hinter dem Kolben entweicht, statt aus den Ausblaseventilen ausgeprefst zu werden. Zur Liederung wendet man Wolle, Leder, auch Leinewand an.

Eine sehr gewöhnliche und vorzügliche Art der Liederung ist bereits bei Fig. 5. im Allgemeinen verdeutlicht worden; wir wollen sie jetzt mit Hülfe der Fig. 6. etwas genauer erklären. *k* ist der aufstehende Rand des Kolbens, durch welchen ein ringförmiger Raum zwischen diesem Rande und der inneren Fläche des Cylinders gebildet wird, der zur Aufnahme der Liederung bestimmt ist. *i*, *i* sind ringförmige Scheiben von Holz, durch welche die Lederscheiben *i*, *i* festgehalten werden. Beide Lederscheiben, die obere und die untere, stofsen in der Mitte der Kolbenstange möglichst nahe aneinander. Der Zwischenraum zwischen den Lederscheiben und den hölzernen Ringen ist sehr fest mit Wolle *o* ausgestopft, welche vermittelst ihrer Elasticität die Lederenden gegen die Cylinderwände drückt. Der gufseiserne Liederring *p* dient zum Zusammenhalten der Holz- und der Lederscheiben, weshalb er und die letztern mit correspondirenden Löchern versehen sind, durch welche Bolzen gesteckt werden, die oben mit Schraubenmuttern versehen sind. Die Lederscheiben ragen $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{16}$ Zoll über dem untern, concentrisch abgedrehten Rande des Kolbens hervor; sie haben sehr viel auszuhalten und müssen daher sehr stark und fest, und die innere Oberfläche des Cylinders mufs mit Graphit bestrichen sein, damit sich das Leder nicht zu schnell abnütze. Aufser der hier beschriebenen hat man noch mehrere andere Arten der Lederliederung, die jedoch sämmtlich nicht so zweckmäfsig sind, weshalb wir hier darüber weggehen.

Eben so kennt man auch mehrere Arten der Kolbenliederung mit Leinewand, von welcher wir hier die brauchbarste mit Hülfe von Fig. 7. beschreiben. Die ganze Einrichtung hiebei ist etwas verschieden, weil die

Leinewand durch das nothwendige vielfache Uebereinanderliegen so steif wird, dafs sie nicht die Biegungen wie das Leder zuläfst. Wird die Leinewand nicht parallel mit der Richtung der Fäden angewendet, so ist sie der Abnutzung vielleicht weniger unterworfen als das Leder und kann Jahre lang ununterbrochen benutzt werden. Man nimmt starkes Schiffssegeltuch von Hanf und zerschneidet es ganz diagonal gegen die Richtung der Fäden in Streifen von etwa 1 Zoll Breite. Sind sie bedeutend lang, so müssen sie nach der Gröfse des Kreisbogens des Kolbens abgerichtet werden. Man weicht die einzelnen Streifen in ein Gemenge von Stärkewasser und Graphit, in welchem letzterer schwebend erhalten werden mufs, und trocknet sie, worauf sie zu etwa $\frac{1}{2}$ Zoll und $\frac{3}{4}$ Zoll breiten Liederungsleisten zusammengenäht und für die innere oder nach dem Mittelpunkte des Kolbens gekehrte Seite rechtwinkelig, für die äufsere oder nach den Cylinderwänden gerichtete Seite aber etwas geneigt beschnitten werden. Aus diesen Leisten von erforderlicher Länge für den Kolbenumfang werden alsdann zwei Liederungsringe in jeden Kolben eingepafst, der eine auf der oberen, der andere auf der unteren Fläche desselben. Fig. 7. Taf. II. stellt den Rand des Kolbens dar, der statt des Liederungsrandes zwei wulstförmige Erhöhungen *d*, *d* auf der oberen und auf der unteren Kolbenfläche erhält, welche nach dem Umfange des Kolbens zu den schräg ablaufenden Vorsprung *β* begrenzen. Von den beiden Liederungsringen *a* wird der eine über, der andere unter diesem Vorsprunge eingeprefst. Die Deckringe *b* sind von geschmiedetem Eisen, halten die Liederungsringe fest und sind mit Schrauben an dem Kolben befestigt. Die in den Zwischenräumen *d* befindliche verdichtete Luft drückt die Liederungsringe gegen die Cylinderwand; denn obgleich die Räume *m* mit Holz ausgefuttert werden, so wird die verdichtete Luft dadurch doch nicht verhindert, in die unausgefüllt bleibenden Zwischenräume *d* einzudringen.

Als bewegende Kraft der Cylindergebläse wendet man entweder Wasserräder oder Dampfmaschinen an. Im ersten Falle stehen zwei, drei, selbst vier Cylinder neben einander, die dann mäfsige Dimensionen und gewöhnlich die Einrichtung von Fig. 5. haben. Ihre Kolbenstangen sind bei stärkerem Hub mittelst eines Storchschnabels, oder bei geringerem Hub mittelst eines Gegenlenkers mit einem Balancier verbunden, indem durch diese Vorrichtungen oder durch eine Zahnstange und durch einen gezahnten Krümmling das genaue senkrechte Auf- und Niedergehen der Kolbenstange bewerkstelliget wird. Das entgegengesetzte Ende des Balanciers ist mittelst eines Bleuels oder einer Kurbelstange mit der Kurbel oder mit der Warze einer Scheibe verbunden, die zu zweien, dreien oder vieren an einer Welle sitzen, an welcher entweder das Wasserrad unmittelbar befindlich oder durch ein Stirnrad mit der Wasserradwelle verbunden ist, die ihrerseits auch wieder ein Zahn-

rad hat. Zur Erlangung eines recht gleichförmigen Ganges ist es sehr zweckmäfsig, besonders wenn das Gebläse rasch wechseln mufs, an der Kurbelwelle ein Schwungrad anzubringen. Man wird übrigens leicht einsehen, dafs die Einrichtung des Mechanismus bei der Bewegung der Cylindergebläse sehr mannigfach sein kann.

Wendet man die Dampfmaschinen als bewegende Kraft an, so kann man sich in der Regel, und um die Kraft nicht durch Zwischenmaschinerien zu schwächen, nur eines Gebläsecylinders bedienen, der dann grofs ist und die Einrichtung von Fig. 6. hat. An Fig. 12. ist *H* der Storchschnabel und *I* der Balancier, mit dessen entgegengesetztem Ende die Kolbenstange des Dampfcylinders verbunden ist. An einigen Orten in England hat man auch Cylindergebläse, bei denen zwei Cylinder übereinander liegen, die eine gemeinschaftliche Kolbenstange, aber natürlich zwei Kolben haben.

Das Windradgebläse oder der Ventilator, Fig. 8. und 9., Taf. I., kann überall da mit Vortheil angewendet werden, wo man nicht vielen und nur schwach geprefsten Windes bedarf.

Das Gehäuse dieses in Fig. 8. im Längen- und in Fig. 9. im Querdurchschnitt dargestellten Gebläses besteht aus einem Fufsstück, zwei Seitenwänden und einem cylindrischen Mantel. Das Fufsstück *A*, *B* besteht entweder aus Schwellhölzern oder Mauerwerk und hat eine ebene Oberfläche, die mit der durch vier Schrauben *d*, *d* befestigten Bodenplatte bedeckt ist.

Die gufseisernen Seitenwände sind einander ganz ähnlich; der Theil *E*, *F*, *G* ihres Umfanges ist vollkommen kreisförmig; unten sind sie nach Aufsen zu mit Lappen versehen, welche auf der Fufsplatte *D* aufsitzen und mit derselben auf jeder Seite durch drei Schrauben *h* vereinigt sind. Die innere Oberfläche der Wände ist vollkommen eben und glatt; sie stehen so gegeneinander, dafs sie die beiden Grundflächen eines graden Cylinders bilden. Nach der Mitte zu befindet sich in jeder Wand eine kreisförmige Oeffnung *e*, *f*, *g* von 20 Zoll Durchmesser, die mit dem äufsern Umfange *E*, *F*, *G* vollkommen concentrisch ist, jedoch durch den in Sehnenlage horizontal herübergehenden Träger *K* unterbrochen wird, welchen der vertikale Träger *I* unterstützt. Beide Träger sind zur Erlangung möglichster Festigkeit mit aufsen vorspringenden Rippen versehen und halten das Unterzugstück *L*, welches die Zapfenlager für die Axe des Rades trägt.

Der Mantel besteht aus einem schwachen Blechstück, welches die Umfänge beider Wände, so weit sie kreisrund sind, umschliefst, genau cylindrisch ist und, um einen luftdichten Verschlufs zu bewirken, mit den Rändern über die Seitenwände aufsen umgebogen und durch sehr nahe stehende Nieten an dieselben befestigt ist. Das Gehäuse ist daher von allen Seiten geschlossen, aufser an den beiden mittlern Oeffnungen und an der Seitenöff-

nung *E'*, *G'*, von welchen die ersten zum Einziehen, die letzte zum Ausblasen der Luft dienen.

Das Rad ist aus der Welle, den Armen und den Schaufeln zusammengesetzt; die Welle *M*, *M* besteht aus Schmiedeeisen und dreht sich in den auf *L* wie gewöhnlich befestigten Lagern, jedoch so, dafs die Umdrehungsaxe genau die Achse des cylindrischen Gehäuses ist; auf einer Seite geht die Welle über eine Seitenwand hinaus und ist hier mit einer Rolle *m* zur Aufnahme einer vom ersten Beweger kommenden Schnur versehen.

Die 6 Arme *P* sind an das Mittelstück oder die Nabe *N* angegossen und werden mittelst derselben auf die Welle *P* aufgeschoben und durch einen Vorsprung *n* des letztern, welcher in eine entsprechende Vertiefung der erstern eingreift, festgehalten. An den Enden *p* werden die Arme breiter, um den Schaufeln Befestigung zu gewähren.

Die Schaufeln bestehen aus Eisenblech und dürfen nirgend das Gehäuse berühren, aber auch nicht zu vielen Spielraum haben, indem sie die Kolben vorstellen, welche die Luft vor sich hertreiben. Sie machen 1000 Umgänge in der Minute und die Luft wird daher mit einer grofsen Geschwindigkeit in die Oeffnung *E'*, *G'* eintreten, wodurch ein Nachströmen der äufsern vom Mittelpunkt und dort stattfindendes Einströmen bewirkt wird.

Ein Gebläse, wie das hier dargestellte, bedarf zu seiner Bewegung einer Kraft von 4 Pferden und der gelieferte Wind reicht zur Speisung zweier Kupolöfen hin, von denen jeder in der Stunde 36 bis 40 Centner Roheisen umschmilzt.

Die mit Wasser gelinderten Kasten- oder sogenannten Baaderschen Gebläse (von ihrem Erfinder J. v. Baader in München benannt) sind zwar einfach construirt und erfordern eine geringe Betriebskraft, haben aber so mannigfache Mängel, dafs sie jetzt wohl nur noch selten angewendet werden, weshalb wir ihrer hier auch nur kurz erwähnen. In einem hölzernen oder eisernen Kasten oder Cylinder, der mit einem Boden versehen und bis auf eine gewisse Höhe mit Wasser angefüllt ist, bewegt sich ein etwas kleinerer Kasten oder Cylinder, der mit einem Deckel versehen ist, auf und nieder. Ueber die Wasserfläche in dem unteren Kasten stehen zwei Röhren hervor, von denen die eine mit der äufseren Atmosphäre in Verbindung steht und mit einem, sich nach dem innern Kasten oder nach aufwärts zu öffnenden Klappenventile versehen ist, und zum Einsaugen der Luft dient, die andere aber ein nach abwärts zu klappendes Ventil hat und mit der Deupe in Verbindung steht; durch diese letztere Röhre wird die verdichtete Luft ausgedrückt. Beim Heben des innern Kastens dringt die atmosphärische Luft in denselben ein und beim Niederdrücken wird sie ausgeprefst.

Das Tonnengebläse verdient seiner grofsen Einfachheit und wohlfeilen Anlage wegen hier eine Betrachtung. Es besteht aus zwei hölzernen, mit eisernen Bänden umgebenen, 5½ Fufs weiten und 4 Fufs langen Tonnen, die horizontal liegen, und sich um zwei Zapfen bewegen, welche in der Richtung der Axe liegen. Jede Tonne hat in der Richtung des Durchmessers einen Scheider, der auf der einen Seite noch 14 Zoll von der Peripherie entfernt ist. Der vordere oder nach der Düse zu liegende Theil der Tonne hat zwei mit Klappenventilen versehene Oeffnungen, durch welche der Wind aus beiden Abtheilungen ausströmt. Der entgegengesetzte Boden hat ebenfalls zwei Oeffnungen mit Klappen zum Einlassen der atmosphärischen Luft. Jede Tonne hat aufserdem eine fest zu verschliefsende Oeffnung zum Eingiefsen des Wassers, welches die Hälfte der Tonne füllt, und einen Hahn zum Abzapfen des Wassers. Beide Auslafsventile einer Tonne sind durch eine Röhre von Kupferblech mit einander verbunden und ihr anderes Ende steht mittelst eines Schlauches mit der Düse in Verbindung. Die Röhre hat eine knieförmige Biegung, welche mit dem Bogen, den die Ventile bei der Drehung der Tonne beschreiben, im Verhältnifs steht, und wodurch es möglich ist, dafs die kleine Oeffnung der Röhre beim Drehen der Tonne um ihre Axe stets in der Richtung der verlängerten Axenlinie bleibt. Die drehende Bewegung der Tonnen wird durch eine, an dem Boden derselben um einen Bolzen bewegliche Stange hervorgebracht, deren anderes Ende mit einem Krummzapfen in Verbindung steht, der nur so hoch ist, dafs, während er sich einmal um seine Axe dreht, die Tonne nur eine vor- und rückwärts gehende Bewegung um den dritten Theil ihres Umfanges macht. In Folge dieser Drehung wird der lederne Schlauch bald nach der einen bald nach der anderen Seite gewendet. Wird die Tonne in Bewegung gesetzt, so nähert sich das Wasser in der einen Abtheilung der Tonne dem Scheider, während es sich in der anderen entfernt. In der einen Abtheilung drückt alsdann das Wasser die eingeschlossene Luft zusammen, welche das Aufblaseventil aufstöfst und sich nach der Düse begiebt, während zu gleicher Zeit in der andern Abtheilung eine Luftverdünnung statt findet, so dafs die atmosphärische Luft das Einlafsventil aufdrückt und eindringt. Bei der folgenden Drehung wird daher die Luft aus der letzteren Abtheilung ausgedrückt und in der ersten gefangen u. s. f. — Der Nutzeffect dieses Gebläses ist zwar gering, allein wo man wenig und wenig geprefsten Wind nöthig hat, ist es sehr zweckmäfsig, da es einfach, wohlfeil und leicht beweglich ist.

Eine verbesserte Art des Tonnengebläses ist das sogenannte Ringgebläse, indem man statt der Tonne nur einen ringförmigen Raum zum Auffangen der atmosphärischen und zum Ausdrücken der verdichteten Luft anwendet. Dieser ringförmige Raum ist in zwei Hälften getheilt und zur

Hälfte mit Wasser angefüllt. Jede Hälfte hat ein Einlaſs- und ein Auslaſsventil und letzteres steht mit einer Windleitung in Verbindung, die einen Arm des Ringes bildet und in den hohlen Zapfen geht, auf welchem er um ein Drittel seiner Peripherie bewegt wird. Der hohle Zapfen steht mittelst eines Schlauches mit der Windleitung und der Düse in Verbindung. Es hängen auch zwei solche Ringe nebeneinander, die einen etwas bessern Nutzeffect als die Tonnen haben.

Die Wassertrommelgebläse sind sehr einfache Vorrichtungen, da an ihnen gar nichts Bewegliches vorhanden ist. Ihre Wirkung beruhet auf der Eigenschaft des Wassers, bei seiner Bewegung die umgebende Luft mit fort zu reiſsen und dieselbe fahren zu lassen, sobald die Bewegung plötzlich unterbrochen wird. Das Gebläse besteht aus einer senkrecht stehenden hölzernen Lutte oder Röhre, von quadratischem oder rundem Durchschnitt, die ungefähr 8 Zoll weit und gewöhnlich einige 20 Fuſs hoch ist. Die Röhre kann oben einen Wasserstrom aufnehmen, und um die Einführung zu erleichtern, ist ihr oberer Theil trichterförmig gestaltet und, um das Eindringen von Unreinigkeiten zu verhindern, mit einem Gitter versehen. An dem engsten Punkte der Lutte finden sich vier schief gebohrte Oeffnungen (Luftröhren), durch welche die äuſsere Luft in die Lutte geführt wird, um sich in derselben mit dem Wasser zu vermengen. Das Wasser wird durch ein Gerinne (die Arche) über die Lutte geführt, fällt in derselben hinab und veranlaſst einen Luftstrom, so daſs die äuſsere Luft durch die Luftröhren eintritt und mit dem Wasser vermengt, in eine Tonne oder in einen Kasten (die Trommel) fällt, welche das untere Ende der ganzen Vorrichtung und einen Sammelkasten bildet. Indem das Wasser auf einen Stein oder das Brett fällt, welches in einer gewissen Höhe in der Trommel angebracht ist, trennt es sich von der Luft, geht durch die Oeffnungen am Boden von jener in den äuſseren Wasserbehälter und flieſst durch den Kanal ab. Die Luft, welche sich durch den Stoſs, den das Wasser auf dem Steine oder auf dem Brette erlitten, von letzterem getrennt hat, wird von dem Wasser in der Trommel zusammengedrückt und durch eine Windleitungsröhre dem Ofen zugeführt. Gewöhnlich stehen zur Speisung eines Ofens oder Herdes zwei oder mehrere Lutten nebeneinander und haben eine gemeinschaftliche Trommel. Die Wassertrommelgebläse sind sehr einfach und wohlfeil in ihrer Anlage, bedürfen auch wenig Reparaturen, weshalb sie bei den unvollkommenen Hüttenanlagen in den Alpen, in den Pyrenäen, in Italien u. s. w., wo hohe Wassergefälle nicht selten sind, immer noch häufig in Anwendung stehen, ohnerachtet ihres geringen Nutzeffectes und ihrer übrigen Mängel. Uebrigens haben diese Gebläse manche Verschiedenheiten in der Construction, auf

die wir uns jedoch hier nicht einlassen können, sondern auf die schon öfter citirten Werke von Karsten verweisen.

Herr Henschel in Cassel hat das gewöhnliche Wassertrommelgebläse dadurch zu verbessern gesucht, dafs statt der hölzernen Lutten eine luftdichte, gufseiserne Röhre, nach der Form der Kettenlinie gebogen, angewendet wird, durch welche eine frei hängende und mit Scheiben versehene Kette dergestalt hindurchgeführt ist, dafs der Abstand oder die Entfernung zwischen je zwei Scheiben mit den Seitenflächen der Röhre Zellenräume bildet, welche theils mit Wasser, theils mit Luft angefüllt werden. Das auf die Scheiben strömende Wasser dient nicht blos zur Linderung und um die Luftschichten in den Kasten zu führen, mit dessen Deckel die Röhre in Verbindung steht, sondern auch zugleich dazu, die Kette in Bewegung zu setzen. Man nennt dieses Gebläse, dessen Effect bedeutend gröfser ist, als der der gewöhnlichen Wassertrommeln, das Henschelsche oder das Kettengebläse. — Die Kette mit ihren Scheiben oder Kolben ist über einem eisernen Leitrade aufgehängt und bildet eine Kette ohne Ende, welche auf der einen Seite des Leitrades durch die eisernen Wasserfallröhren geführt ist, auf der andern Seite desselben aber, auf welcher sie die aufsteigende Bewegung macht, frei herabhängt. Der Kasten, welcher die Luft aufnimmt, ist von Gufseisen und steht dergestalt in einem Wasserbassin, dafs die Scheiben der Kette, indem sie ihre aufsteigende Bewegung antreten, alle Luft in dem Kasten zurücklassen, aus welchem sie durch die mit dem Deckel luftdicht verbundene Röhre zu der Düse geleitet. Die Scheiben bestehen aus zweitheiligen Klappen, welche, bei der niedergehenden Bewegung in der Wassereinfallröhre, auf Stegen ruhen und als Liederungskolben für das niederströmende Wasser dienen; bei der aufsteigenden Bewegung der Kette schlagen sich die Klappen durch ihr eigenes Gewicht von den Stegen zurück, welches deshalb erforderlich ist, damit die Scheiben keinen Widerstand leisten, oder sich gar mit Wasser füllen. — Soll die Kette in Bewegung gesetzt werden, so wird das Aufschlagewasser in die obere Oeffnung der Wassereinfallröhre geleitet, durch welche die Kette mit ihren Scheiben durchgeführt ist. Die nächste unter der Wasserzuflufsöffnung befindliche Scheibe nimmt das Wasser auf, wird durch dasselbe in die Röhre niedergedrückt und setzt auf diese Weise das Leitrad in Bewegung, welches, wegen der gleichzeitigen Bewegung der ganzen Kette, eine neue Scheibe an die Stelle der niedergedrückten unter die Wasserzuflufsöffnung bringt, die ebenfalls mit Wasser bedeckt, dadurch niedergedrückt, durch die nächstfolgende ersetzt wird u. s. w. Es gehen auf diese Weise Zellenräume aus der Wasserfallröhre in den Sammelkasten nieder, die unten mit Wasser und oben mit Luft angefüllt sind, welche letztere durch eine Röhre und das erste durch den Untergraben ab-

geführt wird. — Man hat diese in der Anlage und Erhaltung nicht kostbaren Gebläse bei mehreren Holzkohlenhohöfen und Frischfeuern mit Erfolg angewendet. (Abbildungen und Beschreibung in Karsten's Eisenhüttenkunde, 3te Aufl., Bd. 3., S. 472 etc., Bd. 5., S. 27 etc. und Taf. VII., Fig. 11—15.)

Ein anderes von Henschel erfundenes und ausgeführtes Gebläse ist das Wassersäulengebläse, welches jedoch ohne mehrere Abbildungen nicht verdeutlicht werden kann, weshalb wir auf Herrn Pfort's Beschreibung desselben nach seiner ersten Ausführung bei der Eisenhütte zu Veckerhagen (in Kurhessen) — Berlin, 1833 — verweisen.

Das Rotations-Wassersäulengebläse von Herrn Althans ist noch nicht im Grofsen ausgeführt und ebenfalls so verwickelt, dafs es sich hier nicht kurz beschreiben läfst. Ebenso übergehen wir hier mehrere andere, für die Praxis unwichtige Gebläse.

Das Schraubengebläse von Cagniard-Latour, daher auch Caignardelle genannt, ist eine modificirte archimedische Wasserschraube, erfordert eine stetig drehende Bewegung, hat keine Ventile, sehr wenig Reibung und bedarf daher nur einer geringen Kraft zu seiner Bewegung. In einem bis auf eine gewisse Höhe mit Wasser ausgefüllten Behälter liegt in schiefer Richtung, um Zapfen drehbar, ein blecherner, im Innern mit der ebenfalls blechernen Schraube versehener Cylinder. Wird nun derselbe gedreht, so taucht die Mündung des Schraubenganges abwechselnd aus dem Wasser auf, geht eine Zeit lang durch die Luft, taucht dann wieder ein und treibt dadurch ein gewisses Luftvolum weg, welches durch den Schraubengang, das Gehäuse und das Wasser abgesperrt ist, und bei weiterer Umdrehung immer weiter nach hinten in einen kleinern Raum zusammengedrängt wird, bis es durch eine Röhre entweichen kann. Eine speziellere Beschreibung und Abbildung von diesem Gebläse findet man in des Verfassers deutscher Bearbeitung von Villefosse Mineralreichthum, Bd. V., S. 261 etc.

Vorrichtungen zur Bewirkung eines gleichförmigen Ausströmens des Windes aus den Gebläsen.

Alle Gebläse, mit Ausnahme der Wassertrommel-, Ketten- und Wassersäulengebläse, die aus nicht mehr als zwei Gefäfsen bestehen, geben einen ungleichmäfsigen oder absetzenden Windstrom; noch mehr aber ist diefs bei einem einzigen Gefäfs, z. B. bei einem durch eine Dampfmaschine betriebenen Cylinder, der Fall. Da nun aber zu den meisten Hüttenprozessen ein möglichst gleichförmiger Wind erforderlich ist, so mufs man solche Gebläse

mit Vorrichtungen versehen, die ein gleichförmiges Ausströmen der verdichteten Luft aus den Düsen veranlassen und die man Regulatoren nennt. Sie sind von den Windsammelkästen, in denen sich die verdichtete Luft aus den verschiedenen Abtheilungen eines Gebläses vereinigt, und die bei drei Gefäfsen auch hinreichend sind, um einen gleichförmigen Strom zu geben, zu unterscheiden.

Man hat dreierlei Arten von Regulatoren. Die erste Art, welche zugleich die vorzüglichere ist, nennt man Windregulatoren mit unveränderlichem Inhalt; sie bestehen gewöhnlich aus einer Kugel oder einem Ballon von Eisenblech, dessen einzelne Tafeln vernietet und ganz luftdicht verbunden sind. Eine solche Kugel ist in *R*, Fig. 12. Taf. II., abgebildet. Sie steht auf der einen Seite mit dem Gebläsecylinder, auf der andern mit der Düse in Verbindung. Der hier abgebildete Ballon hat 8000 Kubikfufs räumlichen Inhalt und liefert einen sehr gleichmäfsigen Windstrom in den Ofen, indem er eine solche Luftmenge enthält, dafs der Druck der Luft in demselben bei jedem Stofse des Gebläsekolbens keine merkliche Veränderung erleiden kann. Sein Rauminhalt verhält sich nämlich zu jenem des Gebläsecylinders wie 27 zu 1, und folglich stehen die Luftmengen in beiden, wobei jedoch der schädliche Raum noch in Anschlag zu bringen ist, in demselben Verhältnifs, welches jedoch bei manchen englischen Maschinen sogar mit 50 oder 80 zu 1 ist. Die Luft hat aber bei ihrem Austritte aus dem Gebläsecylinder nothwendig einen höhern Druck, als im Regulator, und dieser Druck kann nach den Angaben der Manometer oder Windmesser bei einem regelmäfsigen Gange höchstens $\frac{1}{10}$ Kilogr. betragen. Aus diesen Angaben läfst sich nun schliefsen, dafs bei jedem Kolbenstofse eine Menge Luft in den Regulator tritt, welche $\frac{2}{27}$ des Raumes gleich ist, deren Druck um $\frac{1}{10}$ Kilogr. höher ist. Da nun dieses zuströmende Luftquantum sich mit der in dem Regulator enthaltenen Luft vermengt und eine gleiche durch die Röhre *L* und die Deupen entweichende Menge ersetzt, so folgt hieraus, dafs das Zehntel des stärkeren Druckes sich über die ganze Masse verbreitet und dafs der mittlere Druck der in dem Regulator enthaltenen Luft um $\frac{1}{270}$ Kilogr. dadurch vermehrt wird. Diese beinahe unmerkliche Vermehrung des Druckes ist nur eine augenblickliche, indem sie sogleich durch das etwas raschere Ausströmen der Luft wieder aufgehoben wird; in den Röhren ist gar kein Wechsel der Geschwindigkeit wahrzunehmen.

An dem höchsten Punkt des Regulators ist ein Ventil *S* angebracht, welches mit einem dem Luftdrucke, bei welchem die Maschine arbeitet, angemessenen Gewichte belastet ist. Wird der Gang der Maschine durch irgend eine Ursache beschleunigt, oder stehen die Düsenöffnungen nicht mit dem durch die Ausblaseventile *D* und *E* ausströmenden Luftquantum im

Verhältnifs, so dient das Ventil *S* zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes zwischen dem Verbrauche und dem Zuflusse in dem Regulator.

Mit diesem Gebläse ist noch ein Apparat verbunden, welcher zur Regulirung des Ganges der Maschine dient. An dem oberen Ende der Windleitungsröhre *T* ist ein kleiner Apparat angebracht, mittelst dessen das Quantum des ausströmenden Windes, je nach dem Erfordernifs desselben in den Oefen oder Herden, dadurch regulirt wird, dafs der Gang der Betriebsmaschine verzögert oder beschleunigt wird. Man erreicht diesen Zweck durch den kleinen Kolben *a*, welcher sich in dem Cylinder *P* bewegt. Die Stange *t* folgt nämlich der Bewegung des Kolbens *c*, an welchem sie fest gemacht ist, und bewegt auf diese Weise den Kniehebel *l*, der folglich an der Stange *k* zieht. Diese letztere communicirt endlich mittelst eines andern Kniehebels und durch eine senkrechte der Stange *t* ähnliche Stange *I'* mit dem Gesperre der Maschine. Wird der Druck der Luft, in Folge eines schwächeren Ausströmens aus den Düsen in der Röhre *t* zu stark, so treibt er den Kolben *c* in den Cylinder *P*, der durch die Oeffnung *o* mit jenem communicirt, nebst der Stange *t* in die Höhe, die Stange *I'* sinkt herab und der Gang der Maschine wird verzögert. Vermindert sich dagegen der Druck der Luft durch ein stärkeres Ausströmen aus den Düsen, so sinkt der, mit einem entsprechenden Gewicht belastete Kolben *c* nebst der Stange *t*, die Stange *I'* geht dagegen in die Höhe, und die Maschine wird zu einem rascheren Gange veranlafst. Dieser Apparat ist jedoch, wie sich von selbst ergiebt, nur dann von Nutzen, wenn die Anzahl oder der Durchmesser der Düsen, durch welche die Gebläseluft ausströmt, verändert wird, folglich die wirksame Kraft der Maschine jedesmal im Verhältnisse der benöthigten Windmenge stehen soll. Ein zweiter Apparat *x* befindet sich zwischen dem Blasecylinder und dem Regulator. Er besteht, wie der eben beschriebene, aus einem kleinen Cylinder mit seinem Kolben, welcher durch die Communicationsröhre *m* mit der Windleitungsröhre *T* in Verbindung steht. Dieser Kolben hebt oder senkt sich, je nachdem der Druck zu- oder abnimmt; er öffnet oder schliefst auch mittelst der Stange mit Rädchen und Charnier *n* und des Hebels *q* die Klappe *G*. Werden nun die Ausströmungsöffnungen des Windes durch irgend einen Zufall augenblicklich vergröfsert, so würde der Wind plötzlich an Druck verlieren und dem Kolben im Blasecylinder keinen Widerstand leisten, so dafs dieser mit Gewalt gegen den Deckel oder Boden schlagen und Brüche herbeiführen würde. Diesem Unfalle aber wird durch die Klappe *G* vorgebeugt, indem sich dieselbe bei dem Sinken des Kolbens *p*, welches offenbar dann erfolgt, wenn der Druck der Luft abnimmt, zu schliefsen trachtet. — Auch lange Windleitungsröhren leisten dieselben Dienste wie Regulatoren mit unveränderlichem Inhalt.

Die zweite Art von Regulatoren hat einen veränderlichen Inhalt; man nennt sie Trockenregulatoren. Sie bestehen aus einem glatt ausgebohrten Cylinder, der mit einem Boden versehen ist, der oben statt eines Deckels einen schweren Kolben hat, der sich frei und ungehindert, durch eine von einer Leere umschlossene Kolbenstange senkrecht gehalten, auf und nieder bewegen kann. Der Kolben hat dieselbe Liederung wie der Gebläsekolben und ist mit dem Sicherheitsventile versehen. Der Boden hat zwei Oeffnungen, von denen die eine mit dem Gebläse, die andere mit der Düse in Verbindung steht. Beide Oeffnungen bedürfen keiner Ventile, denn das Ausblaseventil des Gebläses verhindert das Zurücktreten der verdichteten Luft, und die mit der Düse in Verbindung stehende Röhrenleitung ist als eine Vergröfserung des räumlichen Inhalts des Regulators anzusehen. Soll aber der Wind aus einem Regulator nach verschiedenen Punkten geführt werden, so müssen an zweckmäfsigen Stellen Windsperrungskästen angebracht werden, um den Wind nöthigenfalls hier und dort gänzlich absperren zu können.

Der aus dem Blasecylinder in den Regulator tretende Wind dehnt sich nach allen Seiten gleich stark aus, er wird daher zum Theil aus der Düsenöffnung entweichen, zum Theil aber auch den Kolben des Regulators in die Höhe heben, und zwar mit einer um so gröfseren Geschwindigkeit, je geringer das Gewicht des Kolbens ist, weshalb dasselbe mit jener im genauen Verhältnisse stehen mufs. Ein zu leichter Kolben würde von dem Winde aus dem Regulator herausgetrieben werden, und ein zu schwerer würde den Wind mit einer zu grofsen Geschwindigkeit aus der Düse treiben und den Zweck verfehlen. Auch der räumliche Inhalt des Regulators mufs mit dem des Gebläses in einem gehörigen Verhältnisse stehen; je gröfser der erstere ist, desto besser; jedoch wird die Wirkung schon hinreichend sein, wenn er um die Hälfte gröfser ist, als das Gebläse. Ein weiter Regulator ist besser als ein hoher und enger, da die Kolbenreibung bei ersterem geringer ist. Man hat neuerlich sehr künstliche Regulatoren dieser Art angewendet, von denen mehrere auf den Taf. 14. und 15. zum 3ten Bande von meiner Bearbeitung von Walter's praktischer Eisenhüttenkunde abgebildet sind.

Die dritte Art von Regulatoren sind die Wasserregulatoren, von denen *R*, Fig. 5. Taf. I., einen Längendurchschnitt giebt und die dem Prinzipe nach mit Gasometern übereinstimmen. Sie bestehen aus einem luftdichten, von allen Seiten verschlossenen und nur auf der unteren Seite offenen Gefäfs, dem Windkasten *m*, welcher mit dieser offenen Seite dergestalt in ein mit Wasser angefülltes Reservoir den Wasserkasten *o* eingetaucht ist, dafs zwischen der Wasserfläche und dem Deckel des Behälters noch ein mit Luft erfüllter Raum übrig bleibt. Die unteren Ränder des Windkastens stehen nicht unmittelbar auf dem Boden des Wasserkastens, sondern auf Unter-

lagen, so dafs der Wasser- und der Windkasten als zwei communicirende Gefäfse anzusehen sind, in denen das Wasser in gleicher Höhe steht, wenn der innere und der äufsere Spiegel einem gleichen Luftdruck ausgesetzt sind. Jederzeit müssen aber die Seitenwände des, am zweckmäfsigsten aus Gufseisen bestehenden, Windkastens so tief in den entweder ebenfalls aus Gufseisen, oder aus Bohlen, oder aus Mauerwerk bestehenden Wasserkasten hineinragen, dafs aus ersterem bei dem möglichst tiefsten Stande des Wasserspiegels keine verdichtete Luft entweichen kann.

Gelangt durch die Windleitung *l* mehr Luft in den Windkasten *m* des Regulators, als durch die Windleitung *n* entweichen kann, so erleidet der innere Wasserspiegel einen stärkeren Luftdruck, als der äufsere zwischen dem Wind- und Wasserkasten; ersterer mufs daher sinken und letzterer verhältnifsmäfsig steigen, um das aus dem Windkasten verdrängte Wasser aufzunehmen. Haben beide Wasserspiegel, wie es gewöhnlich der Fall ist, ungleichen Flächeninhalt, so werden sich die Höhen der Wassersäulen über und unter der Linie des natürlichen Wasserstandes umgekehrt wie die Quadratflächen der Wasserspiegel verhalten müssen. Die Höhe dieser Wassersäule wird durch die jedesmalige Pressung des Windes bestimmt, das drückende Gewicht verändert sich also in demselben Verhältnisse, in welchem die verdichtete Luft selbst einen veränderlichen Druck ausübt. Die Wasserregulatoren müssen daher einen bedeutend gröfseren räumlichen Inhalt haben, als die Gebläse, damit sich die Höhe der Wassersäule nicht bedeutend verändern darf, in sofern nicht blos ein ununterbrochener, sondern auch ein Windstrom von möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit und Pressung verlangt wird. Die Wasserregulatoren sind freilich etwas kostbar in der Anlage, allein sie bedürfen, wenn sie gut und sorgfältig construirt sind, fast gar keiner Unterhaltung, und man hat nur dahin zu sehen, dafs das Wasser im gehörigen Niveau bleibe.

Vorrichtungen zur Erhitzung der Gebläseluft.

Es ist eine erst in dem letzten Jahrzehend in Schottland gemachte und überall bestätigte Erfahrung, dafs eine wesentliche Ersparung an Brennmaterial bewirkt werde, wenn die Gebläseluft vor ihrer Einführung in die Oefen und Heerde erwärmt wird. Bei dem vereinigten Reductions- und Schmelzprozefs in den Hohöfen wird dadurch gegen den Betrieb mit Luft von gewöhnlicher Temperatur eine Ersparung an Brennmaterial von 20 bis 30 Procent, mehr oder weniger aber bei anderen Schmelzprozessen herbeigeführt. Das Eisenhüttenwesen hat hierdurch einen sehr wichtigen Fortschritt gemacht, wie wir bei der Roheisenerzeugung und bei der Stabeisen-

fabrikation näher sehen werden, denn hier wollen wir nur im Allgemeinen von den Vorrichtungen zur Lufterhitzung reden.

Die Temperatur, in welcher die Luft erhitzt werden mufs, um die meisten ökonomischen Vortheile zu gewähren, hängt dem Anschein nach noch von manchen zufälligen Verhältnissen ab. In einigen Fällen scheint eine Erhitzung von 100° C. nicht allein hinreichend zu sein, sondern sogar ohne Nachtheil nicht überschritten werden zu dürfen; wogegen in andern Fällen eine bis zu 300° und höher erhitzte Luft noch vortreffliche Dienste leistet und wir die Grenzen in dieser Beziehung noch gar nicht kennen, da man auch die Gründe noch zu wenig kennt, weshalb sich die erhitzte Luft wirksamer zeigt als die von gewöhnlicher Temperatur. — Ein Theil von dem günstigen Einflusse der erhitzten Gebläseluft auf den Hohofenbetrieb ist offenbar dem Umstande zuzuschreiben, dafs sie schon einen grofsen Theil der Wärme in den Ofen mitbringt, welchen sie, wenn sie mit gewöhnlicher Temperatur einströmt, folglich dem Schmelzraum um so viel weniger Wärme entzieht, als zu der Erhitzung der Luft bis zu der Temperatur, die sie schon mitbringt, erforderlich sein würde. Allein lassen sich aber die günstigen Wirkungen der erhitzten Luft daraus nicht erklären; denn kalter trockner Wind im Winter ist wirksamer, als warme und feuchte Luft im Sommer. Man glaubt daher, dafs die erhitzte atmosphärische Luft mehr geeignet sei, eine schnelle und vollständige, mehr auf einem Punkte concentrirte Verbrennung zu bewirken, als die Luft von gewöhnlicher Temperatur. Es ist dargethan, dafs beim Verbrennen der Kohle in erhitzter Luft fast nur kohlensaures Gas entsteht, während in Luft von gewöhnlicher Temperatur Kohlenoxydgas erzeugt wird, indem sich die Verbrennung über einen gröfsern Raum verbreitet, wodurch zur Verwandlung der sich bildenden Kohlensäure in Kohlenoxydgas Veranlassung gegeben wird. Aus diesen Gründen folgt, dafs der günstige Einflufs der erhitzten Luft mit den Graden der Erhitzung zunehmen mufs, welches jedoch durch die Erfahrung nicht bestätigt wird.

Recht vortheilhaft ist die Anwendung der erhitzten Luft besonders erst dann, wenn die Erhitzung keiner besondern Feuerung bedarf, sondern durch die bei den Hüttenprozessen verloren gehende, oder doch sonst wenig benutzte Wärme erfolgt. Bei den Hohöfen bieten die aus der Gicht entweichenden Flammen oder entzündbaren Gase, bei den Flammöfen die in die Esse abziehende, und bei den Frischherden die aus denselben entweichende Flamme die Mittel zur Erhitzung der Gebläseluft dar. Nur bei solchen Hohöfen, wo entweder örtliche Hindernisse die Aufstellung eines Apparates auf der Gicht verhindern, oder bei denen die Gichtflamme zu schwach ist, wie bei den Koakshohöfen, müssen besonders zu feuernde Apparate angelegt werden, die natürlich durch ihren Aufwand an Brennmaterial die Ersparung an

Brennstoff vermindern. Man hat deshalb Einrichtungen zu treffen gesucht, die aus der Gicht entweichenden Gasarten, noch ehe sie zu derselben gelangen, indem sie dort schon durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft theilweis verbrennen und dadurch unwirksamer werden, vermittelst eiserner Röhren, die unter der Gichtöffnung in den Ofenschacht einmünden, abzuleiten und zu dem Punkt zu führen, wo Räume zur Aufstellung von Apparaten oder auch von Schmelzvorrichtungen vorhanden sind. Bei diesem Fortleiten erniedrigt sich zwar die Temperatur der Gichtgase bis zu dem Grade, daſs sie nicht mehr mit Flamme brennen, allein ihre Entzündbarkeit gestattet es, die Verbrennung wieder einzuleiten, wenn sie mit einem Strom von atmosphärischer Luft gemeinschaftlich in den Verbrennungsraum geführt werden. Nach erfolgter Entzündung dauert der Verbrennungsprozeſs und die dabei statt findende Hitzentwickelung so lange fort, als die Gichtengase und die hinzugeleitete atmosphärische Luft gemeinschaftlich einströmen. Sind die Gichtengase durch lange Röhrenleitungen zu sehr abgekühlt, so muſs die hinzutretende atmosphärische Luft erhitzt werden, welches immer geschehen muſs, wenn hohe Temperaturen hervorgebracht werden sollen, die indeſs für die Winderhitzungsapparate nicht erforderlich sind.

Um den aus dem Regulator oder Windsammelkasten ausströmenden Wind, vor seinem Eintritt in die Düse, zu erhitzen, bedarf es oft sehr langer Röhrenleitungen, sowohl um die kalte Gebläseluft vom Regulator u. s. f. zu dem Erhitzungsapparat, als um die in demselben erhitzte Luft von dort in die Düsen zu führen. Diese langen Leitungen sind jedoch nur bei den Hohöfen und besonders bei denen erforderlich, deren Winderhitzungsvorrichtungen nicht mit einer besondern Feuerung versehen sind, sondern welche sich oben auf der Gicht des Hohofens befinden, und bei denen die Gichtflamme zur Erhitzung benutzt wird.

Man hat sehr verschiedenartige Winderhitzungsapparate ersonnen und ausgeführt, von denen die meisten in den Werken von v. Herder*) und des Verfassers von dem vorliegenden**), so wie endlich in Karsten's Eisenhüttenkunde, V. S. 53 etc. und Taf. XII — XX., beschrieben und abgebildet worden sind; wir können hier nur einige der zweckmäſsigsten beschreiben.

Fig. 15. Taf. II. ist ein senkrechter Längendurchschnitt und Fig. 16. ein Grundriſs oder horizontaler Durchschnitt nach der Linie *G, H* Fig. 15.,

*) Abbildungen der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft auf den Hüttenwerken in Deutschland, England, Frankreich, Schweden und der Schweiz. Aus dem Nachlasse des Herrn v. Herder, herausgegeben mit Brendel, Reich, Winkler und Merbach. Freiburg 1840.

**) Hartmann, über den Betrieb der Hohöfen, Kupolöfen etc. mit erhitzter Gebläseluft. Bis jetzt 6 Hefte. Quedlinburg und Leipzig 1834 — 1841.

von einem Lufterhitzungsapparat bei einem Frischfeuer zu Maximilianshütte bei Traunstein in Baiern. *a* ist der innere Raum des Frischfeuers, *b* der Raum zum Vorwärmen des Roheisens und der Schirbel. *d* der mit einem Gewölbe verschlossene Raum, in welchem die Gebläseluft in einer spiralförmigen gufseisernen Röhrenleitung erhitzt wird. *e* Klappe zur Regulirung der Flamme und somit zur Steigerung oder Verminderung des Hitzgrades. Das Gewölbe über dem Frischfeuer, so wie die innern Bekleidungen des Glühofens *b* und des Fuchses *f*, bestehen aus feuerfesten Ziegeln, hinter denen eine Füllung von lockern Hohofen- oder Frischschlacken angebracht ist. — *s*, *s* sind zwei Tragschienen zur Auflage der in sieben Spiralwindungen übereinander liegenden gufseisernen Windcirculirröhren, mit denen von der Rückseite her die Röhrenleitung *o* vom Gebläse ausgehend und vom siebenten Umgange des Apparats weg eine in der Mitte senkrecht stehende Röhre, an welche die Ableitungsröhre unmittelbar anstöfst, um die erhitzte Gebläseluft durch den Windregulator *g* und die Düsen *i* in den Herd zu schaffen, die Verbindung der Windleitung zwischen der Gebläsemaschine und dem Frischfeuer herstellt. — Der Apparat zur Lufterhitzung kann aber auch bei offenen Frischfeuern, die nicht überwölbt sind und keinen Wärmofen haben, eben so gut unmittelbar über der Flamme des Herdes und nur so weit von derselben entfernt angebracht sein, dafs er den Arbeiten in demselben nicht hinderlich ist. Der Apparat kann eine sehr verschiedenartige Gestalt haben und kann weit einfacher sein, als der hier dargestellte, wie die erwähnten Werke von v. Herder und von dem Verfasser näher darthun.

Die Figg. 20 — 24. Taf. III. zeigen die Lufterhitzungsapparate zweier neben einander unter einem Mantel liegender Kupolöfen auf der Königl. Eisengiefserei zu Gleiwitz in Oberschlesien. — Fig. 20. ist ein Aufrifs von der vordern Seite beider Kupolöfen nebst Durchschnitt des einen Lufterhitzungsapparats. — Fig. 22. ist ein senkrechter Durchschnitt des Kupolofens nach seiner Axe, so wie eine Ansicht des Lufterhitzungsapparats nach der Linie *Y*, *Z*, Fig. 24.; Fig. 23. ist ein Aufrifs des Kupolofens und des Apparats nach der Linie *V*, *X*, Fig. 24.; Fig. 21. ein Grundrifs und horizontaler Durchschnitt im Niveau der Düsen; Fig. 24. endlich ein über und unter dem Lufterhitzungsapparat genommener Grundrifs. Die Essen der Kupolöfen ruhen auf dem Gebälk *b*, welches von einem gufseisernen Säulwerk getragen wird. Jeder Ofen hat zwei, einander gegenüber liegende sogen. Wasser-Formen, durch deren hohle Räume, Behufs ihrer Abkühlung, fortwährend Wasser zu- und abgeleitet wird. Innerhalb der beiden Essen sind auf gufseisernen Platten, welche durch die Consolen *b* getragen werden, besondere Erhitzungsräume (Kapellen) von feuerfesten Ziegeln aufgeführt. Die Gewölbe derselben haben nach der Seite der Stirnmauern

schmale Ausschnitte, durch welche die Gichtflamme in die Esse strömt. Der Erhitzungsapparat besteht aus einer Reihe krummer Röhren, die über der Gichtöffnung angebracht worden sind, und durch welche die Gebläseluft nach und nach strömen mufs. Das Ende der Leitung geht in eine Röhre von halbkreisförmiger Gestalt aus, die auf dem Gichtkranze des Ofens ruht. Der ganze Apparat, dessen Einrichtung übrigens aus einer Betrachtung der Figuren deutlich wird, liegt auf den beiden gufseisernen Platten *E*, *E*, die an den beiden Enden durch das Mauerwerk und dazwischen durch gufseiserne Stützen *F*, *F*, getragen werden, welche auf der Console *b* festgeschraubt sind. Eine quer über die andern liegende gufseiserne Platte *G* trägt die Röhren des Apparates. Nachdem sich der Wind in den hintern Röhren erhitzt hat, geschieht diefs noch mehr in den vordern, gänzlich von der Flamme umgebenen. Die auf den verschiedenen Figuren angebrachten Pfeile geben den Weg an, den die Luft in dem Apparate verfolgt.

Ein anderer Kupolofen mit Lufterhitzungsapparat, von der Königl. Sayner-Hütte bei Ehrenbreitstein ist in Fig. 17. in einer Ansicht von der vordern Seite, in Fig. 18. in einem senkrechten Durchschnitt nach der Linie *C*, *D* Fig. 19. und in Fig. 19. in einem horizontalen Durchschnitt durch die Form dargestellt. Der Lufterhitzungsapparat besteht aus einem untern und einem obern gufseisernen Ring *h* und *h'*, welche durch 12 Stück, 3 Zoll im Lichten weite Röhren *i*, *i* mittelst Schrauben verbunden sind. Sowohl der obere Ring, in welchen der kalte Wind tritt, als auch der untere, welcher die erhitzte Luft abführt, sind mit 5 Zoll weiten Hülsen versehen, und mittelst Schrauben mit den Windzuführungsröhren *l*, *l* etc. und den Windableitungsröhren *m*, *m* etc. in Verbindung gebracht. Die letztere ist, um möglichst wenige Hitze zu verlieren, mit einem schlechten Wärmeleiter umgeben, der in diesem Fall in mit Lehm getränkten Strohseilen besteht. Durch den innern, kreisförmigen Ausschnitt der Ringe geht die Gichtflamme. Drei gufseiserne Füfse *k*, *k*, *k* unterstützen den Apparat, welcher auf der, den Kupolofen schliefsenden Deckplatte befestigt ist. — Die Verbindungsfugen sind mit einem aus Salmiak, Eisenfeil- oder Bohrspänen, Thon und Wasser bestehenden Kitt verdichtet. Bei der Düse ist (s. Fig. 17. und 19.) folgende Einrichtung getroffen: Das mit der Windleitungsröhre *m* verbundene Ansetzstück *x* enthält vorn, am Ende, einen halbrunden, $\frac{1}{2}$ Zoll hohen, sauber abgedrehten Ring, über welchen sich die ebenfalls genau ausgebohrte und abgeschmirgelte und genau schliefsende, gufseiserne Düse *y* schiebt; eine wohlfeile und besonders zu empfehlende Einrichtung. — Um die Gichtflamme zusammen zu halten und dieselbe zu nöthigen, den Apparat von allen Seiten zu umspielen, dient der auf dem äufsersten Rande des Kupolofens aufgesetzte Mantel *a*, *a*, welcher zugleich auch die Arbeiter gegen die Hitze

schützt. Zum Aufgeben dient die Oeffnung β und zum Zusammenhalt des Mantels dienen eiserne Reifen.

Die Zeichnungen Fig. 25., 26. und 27., Taf. III. zeigen einen Apparat, welcher sich als sehr zweckmäfsig bewährt hat und der zuerst in Wasseralfingen in Württemberg in Anwendung gekommen ist, um den Wind durch die Gichtflamme zu erhitzen. Die Fig. 25. und 26. sind Querdurchschnitte des Apparats, und Fig. 27. ist ein Grundrifs; Fig. 28. zeigt eine von den Röhren in gröfserm Maafsstabe. Der Ofen enthält 16 Röhren, die einander ganz gleich und ähnlich und wie Fig. 28. gestaltet sind. Zwei benachbarte gerade Röhren sind durch eine halbkreisformig gekrümmte, *Z*, Fig. 25. und 28. mit einander verbunden. Zwischen den weitern Enden der geraden Röhren und den Krümmlingen bleibt ein Zwischenraum, der mit Kitt aus Eisenfeilspänen, fettem Thon und Essig ausgefüllt wird. Auch werden die geraden und krummen Röhren noch durch Druckschrauben *x*, Fig. 28. zusammengehalten; dieselbe Wirkung haben drei kleine eiserne Keile. Der horizontale Durchschnitt, Fig. 27., stellt die unterste Röhrenreihe, welche mit den Nummern 1., 8., 9. und 16. bezeichnet ist, dar; die über No. 1. senkrecht liegenden Röhren No. 2., 3., 4., bilden die erste senkrechte Reihe, die am entferntesten von der Gichtöffnung liegt. Die zweite senkrechte Reihe besteht, von oben nach unten, aus den Nummern 5., 6., 7. und 8., die dritte, von unten ab, aus den Nummern 9., 10., 11. und 12., und endlich die vierte, von oben ab, aus den Nummern 13., 14., 15. und 16. — Die kalte Gebläseluft strömt mittelst der Röhre *D* von dem Gebläse in die in dem Ofen liegenden Röhren, durchzieht alle 16 und strömt durch *E* wieder heraus, um mittelst einer zweiten langen, an der Rauchmauer des Hohofens entlang gehenden Röhre in die Formen geführt zu werden, welche, wie gewöhnlich beim Betriebe mit erhitzter Luft, sogen. Wasserformen sind. — Alle nicht im Ofen liegenden Röhrenverbindungen sind durch Ränder und Schrauben bewerkstelligt worden; zwischen den anliegenden Rändern zweier Röhren liegen kupferne Scheiben, wodurch man eine unschmelzbare Dichtigkeit erlangt. Die vom Ofen nach den Formen führende Röhre ist mit einem quadratischen Bretterkasten umgeben und der zwischen beiden bleibende Raum wird mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt. — Der Ofen ist viereckig und besteht aus vier Mauern, von denen die an der Gicht liegende *st* (Fig. 27.) und die entgegengesetzte *uv* einfach, die beiden Seitenmauern aber doppelt sind. Die zwischen den Doppelmauern *xx'* und *yy'* befindlichen Räume nehmen die gebogenen Verbindungsröhren auf, die man mit Ziegelsteinstükken und andern schlechten Wärmeleitern umgiebt. Die innern Mauern *x* und *y* enthalten gufseiserne Trageplatten *ii* und *i'i'*, auf denen die geraden Röhren liegen. Oben ist der Ofen mit einer gufseisernen Platte *kk'*

verschlossen, und darüber her liegt eine nicht starke Schicht von Ziegelsteinen. Der Deckel ist mit zwei Oeffnungen versehen, von denen die eine, *l*, dazu dient, den oberen Theil des Ofens zu reinigen, die andere, *gh*, aber die Esse und daher mit einem Register versehen ist, welches mittels der Stange *rq* und des Hebels *pq* bewegt wird. In der der Gichtöffnung entgegengesetzten Mauer *uv* (Fig. 26. u. 27.), sind auch vier Oeffnungen, *m*, angebracht, welche durch Schieber verschlossen werden, und die, so wie die obere Oeffnung *l*, dazu dienen, das Fluggestübbe, welches durch den Luftzug aus dem Hohofen auf die Röhren geführt wird und welches die Erhitzung hindert, fortzuschaffen. Endlich ist an dem Boden des Ofens die Oeffnung *ef* vorhanden, welche die Gichtflamme aus dem Hohofen *d* in jenen leitet. *n*, *n'* (Fig. 27.) sind Schieber, welche dazu dienen, die Gichtflamme gänzlich von dem Ofen abzuschliefsen oder ihren Zutritt zu vermindern. Neben denselben kann auch zu gleicher Zeit die zur Verbrennung der Hohofengase erforderliche atmosphärische Luft einströmen.

In den Zeichnungen Fig. 29. bis 32., Taf. III., ist ein Winderhitzungsapparat mit besonderer Feuerung, von sehr zweckmäfsiger Construction, dargestellt, wie sie bei englischen und oberschlesischen Koakshohöfen angewendet werden, bei denen die Gichtflamme nicht hinreicht, um den Apparat zu feuern und örtliche Hindernisse auch das Aufstellen des Apparats auf der Gicht nicht vortheilhaft machen. Man bewirkt die Feuerung solcher Apparate gewöhnlich durch die wohlfeilen oder oft werthlosen Staubkohlen, oder durch Torf etc. — Fig. 29. ist ein Quer-, Fig. 30. ein Längendurchschnitt, Fig. 31. ein Grundrifs und Fig. 32. eine Abbildung einzelner Theile. Der Apparat besteht aus zwei weitern Röhren *ac* und *a'c'* und aus neun engern *b*, die heberartig gebogen sind und senkrecht in den mit kurzen Hälsen *d* versehenen weitern Röhren *ac* und *a'c'* stehen, welche letztere in Fig. 32. im Längenaufrifs und im Querschnitt besonders und nach gröfserem Maafsstab dargestellt ist. Dieses System von Röhren ist in einem viereckigen Ofen befindlich. Da die Erfahrung bewiesen hat, dafs die Fugen der Röhren am meisten leiden, so hat man den Apparat so eingerichtet, dafs die Verbindungen der grofsen Röhren *mn* gänzlich aufserhalb des Ofens liegen und dafs die der kleinen mit den grofsen durch eine Mauer von feuerfesten Ziegeln, die durch die ganze Länge des Ofens geht, gegen die Oxydation geschützt sind. Die Flamme gelangt durch *gh*, welche so lang als der ganze Ofen ist, von dem Heerde in denselben, verbreitet sich zwischen den Röhren, umspielt sie von allen Seiten und gelangt mittelst der Oeffnungen *o, o, o* in die Esse. — Derselbe Apparat, dessen Einrichtung sehr zweckmäfsig ist und dessen Resultate sehr gut sind, ist auch z. B. in Oberschlesien auf der Gicht von Hohöfen angebracht, indem der Ofen neben der Gichtöffnung liegt und

die brennbaren Gase etwas unter derselben aufgefangen und, wie bei dem Wasseralfinger Apparat, durch einen Kanal in den Apparat geführt werden, indem auch atmosphärische Luft in denselben einströmt. — Weit weniger zweckmäfsig sind ähnliche Apparate mit halbkreisförmig gebogenen Röhren, die entweder in besondern Oefen, oder über der Gichtöffnung liegen. Letztere erschweren das Aufgeben, und wenn eine Röhre undicht wird, so kann man nicht gut zu derselben gelangen und Reparaturen vornehmen.

Ein ganz eigenthümlich eingerichteter Apparat ist der in Fig. 33., Taf. IV., in einem senkrechten Querschnitt nach der gebrochenen Linie *ABCD* Fig. 34., und in Fig. 34. im Grundrifs nach der Linie *EFGH* Fig. 33. dargestellte, welcher bei dem Holzkohlenhohofen zu Veckerhagen in Churhessen angebracht ist. — In der Gichtöffnung ist ein gufseiserner Ring *a*, in der Gestalt eines hohlen abgekürzten Kegels dergestalt eingesetzt, dafs er auf seinem untern Kranze *b* ruht und die innere Fläche der Gicht bildet. Inwendig hat dieser Ring einen nach Innen hineintretenden Kranz *c*, auf welchem ein zweiter Ring *d*, von der Höhe des erstern, auf seinem aufserhalb angegossenen Rand *e* ruht, und in dem Ring *a* frei hängt, so dafs zwischen beiden Ringen *a* und *b* ein fast 6 Zoll weiter, oben durch die beiden Kränze *c* und *e* und die darauf gebrachte Randausfüllung *f* geschlossener Zwischenraum *g* verbleibt, in welchen die heifsen Gase eintreten und mittels der Oeffnung *h* in den Heizapperat, mittels *i* nach einer Dampfmaschine und mittels einer dritten Oeffnung nach einem Flammenofen gelangen. Diese Oeffnungen sind mit angegossenen Ansetzröhren versehen, welche mit den Leitungsröhren verbunden sind. Der innere Ring *d* ist innerhalb des Ringes *a* dergestalt aufgehängt, dafs seine innere Wandfläche genau in der Schachtfläche liegt. $5\frac{1}{2}$ Zoll unterhalb des untern Randes des Ringes *d* ist die Kernschachtmauer gegen den untern Rand des Ringes *a* hin schräg eingezogen, wodurch sich eine Einmündung für den hohlen Raum *g* bildet, durch welche die heifsen Gase eindringen, ohne durch die aufgegebenen Gichten daran gehindert zu werden. Der an dem Ringe *a* angegossene Hals *h*, welcher die heifsen Gase nach dem Wärmeapparat führt, ist mit einem Schieber versehen, durch welchen der Zutritt der heifsen Gase nach dem Wärmeofen regulirt werden kann. Der Hals *h* hat unten eine Oeffnung *i*, welche mit einem unterhalb des Halses *h* befindlichen Kanal *k* communicirt, durch welchen den aus dem Hohofenschacht dem Wärmeapparat zuströmenden heifsen Gasen atmosphärische Luft zugeführt wird, um durch das Verbrennen des Kohlenoxydgases die Hitze zu steigern.

Der mit feuerfesten Steinen gefutterte Wärmeofen befindet sich gröfstentheils innerhalb der Rauhmauer, springt aber aufserhalb noch 2′ 7″ vor und ruht dort auf gufseisernen Platten *l*, welche von 6 Stück gufseisernen, in der

Rauhmauer gut verankerten Consolen *m* getragen werden. In der Vorderwand *n* befinden sich die mit Steinen leicht aber luftdicht verschlossenen, in Fig. 34. punktirt angedeuteten Reinigungsöffnungen *o*, durch die man auch zugleich in den Ofen gelangen kann. — Im Wärmeofen liegen 4, aus parallel gekrümmten Schenkeln bestehende Röhren *p*, von ovalem Querdurchschnitt, welche im Lichten $8\frac{1}{2}''$ breit, $5\frac{3}{4}''$ hoch und aus dem Ganzen gegossen sind, um den Apparat möglichst luftdicht zu erhalten. In dem Wärmeofen ruhen die Röhren auf eisernen Untersatzstücken *q*, welche bei der untern Röhre auf die Sohle des Ofens und bei den übrigen Röhren zwischen denselben aufgestellt werden. Die Enden der Schenkel der Röhren *p* sind in der Brustmauer luftdicht vermauert, und reichen durch dieselbe hindurch. Die einen dieser über einander liegenden Schenkel der Röhren *p*, sind mittelst Randscheiben und Schrauben mit den Hälsen der senkrecht herabgehenden 10″ weiten Röhre *r*, welche den kalten Wind von dem Gebläse in die Wärmeröhren leitet, die andern mit der senkrechten Röhre *s*, von gleicher Weite, welche den heifsen Wind zu den Düsen führt, luftdicht verbunden. — Oben sind die Röhren *r* und *s* durch Deckel *t* verschlossen.

Da der Querschnitt der vier Wärmeröhren zusammen ziemlich doppelt so grofs ist, als der des Windzuleitungsrohrs *r*, so beträgt die Geschwindigkeit des Windes in den Wärmeröhren etwa die Hälfte von derjenigen in der Zuleitungsröhre *r*, weshalb die Erwärmung des Windes in den Erwärmungsröhren *p* etwa so grofs sein wird, als wenn sich statt dieser Röhren nur ein gebogenes Schenkelrohr von der doppelten Länge der Röhren *p* und von der lichten Weite der Röhre *r*, in dem Wärmeapparat befände. — Die zweite Röhre *p*, vom Boden des Apparats ab gerechnet, hat zu beiden Seiten horizontal herumlaufende, angegossene Ränder *v*, auf welchen innerhalb und aufserhalb der Röhrenschenkel die gufseisernen Platten *w* aufliegen, wodurch der Ofenraum in zwei übereinander liegende Räume getheilt wird, welche vermittelst der Oeffnungen *x*, Fig. 34. mit einander in Verbindung stehen. Das heifse Gas strömt aus dem Hals *h* zuerst in den obern Raum, dann durch die Oeffnungen *k* in den untern Raum und entweicht von hier durch den Kanal *z* aus dem Wärmeofen. Der unter demselben fortgeführte Kanal *z* ist innerhalb des Ofens mit einer gufseisernen und mit einer Oeffnung von der Breite des Kanals versehenen Platte bedeckt. Aus dieser Oeffnung strömen die zur Erhitzung benutzten Gase in den Kanal und aus diesem in die 22′ hohe Esse. — Die Decke des Ofens besteht aus sogen. Kuppen *α*, oder aus gufseisernen Kästen, welche mit feuerfesten Ziegeln nach der Länge gewölbartig ausgemauert sind. Um diesem Gewölbe Wiederlager und Festigkeit zu geben (obgleich die Kästen oben schmaler als unten sind), sind die Kästen oben länger als unten. Diese Kuppen werden quer über den Wärme-

ofen dicht an einander gesetzt, und die dadurch sich bildenden, im Querschnitt dreieckigen Zwischenräume werden, nachdem die Fugen mit Lehm verstrichen worden, mit Sand ausgefüllt. Oben haben die Kuppen zur gröfsern Haltbarkeit Verstärkungsrippen.

Statt der Gebläseluft durch Anwendung äufserer Hitze eine höhere Temperatur zu ertheilen, hat man vorgeschlagen, den Wind, so wie er vom Gebläse oder vom Regulator fortgesendet wird, durch glühende Kohlen oder durch brennende Steinkohlen zu treiben, um ihn auf solche Weise zu erhitzen. Die Erhitzung mufs durch eine besondere Feuerung bewerkstelligt werden. Die Absicht bei diesem Vorschlage konnte keine andere sein, als den Theil des Brennmaterials dabei zu ersparen, welcher auf die Erhitzung der eisernen Windleitungen und der Feuerungsvorrichtungen selbst verwendet werden mufs. Erwägt man indefs, dafs die eisernen Röhren sehr gute Wärmeleiter sind, und dafs die Erhitzung der Feuerungsvorrichtungen in keinem von beiden Fällen vermieden werden kann, so darf man annehmen, dafs die Ersparung an Brennmaterial durch die unmittelbare Erhitzung der Luft beim Durchtreiben durch glühende Kohlen so bedeutend wahrscheinlich nicht ist, als angegeben worden. Da auch kohlensaures Gas entsteht, welches nur nachtheilig in den Schmelzräumen wirken kann, so ist es kaum zu erwarten, dafs diese Erhitzungsvorrichtungen, welche nach ihrem Erfinder, Cabrol, die Cabrol'schen genannt werden, eine allgemeinere Anwendung finden werden *). — Modificationen von diesem Verfahren, welche ebenfalls in Vorschlag gebracht worden sind, bestehen darin, nur einen Theil des Windstroms durch das glühende Brennmaterial gehen zu lassen und zu erhitzen, einen anderen Theil aber kalt durch die Düse zu pressen und beide Windströme, den kalten und den heifsen, gemeinschaftlich durch die Formen in den Schmelzraum treten zu lassen.

Windleitungen und Düsen.

Bei den kleinen Gebläsen wird die aus den Auslafsventilen ausgeprefste Luft häufig unmittelbar in die Düse geleitet, oder, wenn das Gebläse aus mehrern Gefäfsen besteht, die einfache Vorrichtung getroffen, dafs die Auslafsventile derselben in einen gemeinschaftlichen Windsammelkasten blasen, aus welchem der Wind der Form durch eine kurze Luftleitungsröhre, an welche sich die Düse anschliefst, zugeführt wird. Bei den hölzernen Gebläsen bestehen diese Windleitungsröhren häufig nur aus hölzernen Lutten,

*) Beschreibung und Abbildungen dieses Apparats findet man in meinem Werke: „Ueber Betrieb mit erhitzter Luft etc." Heft IV. S. 25 etc. u. 74 V. S. 69 etc.

welche, obgleich sie möglichst sorgfältig verdichtet werden, stets Wind entweichen lassen. Besser, jedoch auch nicht dauerhaft und leicht Beschädigungen unterworfen, sind die Röhren von zusammengelöthetem Weifsblech. Die Verbindung der Lutten oder Röhren mit der Düse wird mittels eines ledernen Schlauchs bewerkstelligt, indem die Arbeiten zur Reinigung und Wartung der Form eine gewisse Beweglichkeit der Düse erfordern.

Bei engen Windleitungsröhren mufs, besonders wenn sie auch lang sind, ein Theil der bewegenden Kraft des Gebläses auf die Ueberwindung des Widerstandes verwendet werden, welchen die Wände der Röhren bei der schnellen Bewegung der Luft in den Leitungen, in einem höhern Grade als bei weiten Luftleitungsröhren entgegensetzen. Bei den hölzernen, viereckigen Lutten, die eine rauhe Oberfläche haben, ist diese Reibung am stärksten. — Lange Windleitungen sind aber, wenn, wie es so häufig der Fall ist, mehrere Formen eines Ofens, oder mehrere Oefen oder Heerde von einem Gebläse versorgt werden sollen, oder wenn der Wind zur Erhitzung nach der Gicht des Ofens geleitet werden mufs, nicht zu vermeiden. Es müssen dann aber auch Vorrichtungen vorhanden sein, um den Wind nach den verschiedenen Punkten seiner Bestimmung, bald gleichmäfsig, bald ungleichmäfsig vertheilen zu können. Bei der Anwendung der erhitzten Luft sind auch die oben erwähnten ledernen Schläuche nicht zu gebrauchen, sondern es mufs dieses einfache Mittel, den Düsen die nothwendige Beweglichkeit in den Formen zu ertheilen, durch eine andere Einrichtung ersetzt werden.

Bei gröfseren Gebläsen, und bei den eisernen Cylindergebläsen ohne alle Ausnahme, bedient man sich stets der gufseisernen Röhren als Leitungen. Dieselben werden durch ihre Kränze, mit zwischengelegten Bleischeiben, mittels Schraubenbolzen und Muttern, mit einander verbunden, und erhalten, wo sie von der geraden Richtung abweichen müssen, die erforderlichen und durch die Lokalität bedingten Krümmungen und Biegungen beim Gufs. Bei Gebläsen ohne Regulator wird die ganze Windleitungsstrecke an dem einen Ende mit dem gemeinschaftlichen Windsammelkasten bei dem Gebläse und an dem andern Ende mit der Düse in Verbindung gesetzt; wogegen, wenn ein Regulator vorhanden ist, derselbe zwischen dem Windsammelkasten und der Düse angebracht ist. Wird die Gebläseluft erhitzt, so liegt die Erhizzungsvorrichtung natürlich zwischen dem Regulator und der Düse. Die Röhrenverbindung in dem Theile der Röhrenstrecke, in der sich die heifse Luft bewegt, mufs besonders gut verdichtet sein und darf nicht mit Bleischeiben, sondern mit feuerfestem oder Eisenkitt bewerkstelligt werden, und die unmittelbar der Flamme in den Erhitzungsöfen ausgesetzten Röhren müssen nicht mit Kränzen, sondern mit Muffen und Eisenkitt, auf die oben bei den Apparaten näher beschriebene Weise, verbunden sein. Die Muffen gestatten die

beim Erhitzen der Röhren eintretende Verlängerung derselben, ohne ein Zerspringen einzelner Röhren, oder ein Zerreifsen des ganzen Röhrensystems zu veranlassen.

Die Weite der Windleitungsröhren hängt zum Theil von der Menge des sich darin bewegenden Windes ab. Im Allgemeinen sind weite Röhren den engen vorzuziehen, weil sie nicht allein gute Windregulatoren sind, sondern auch weil sie die Bewegung der Luft erleichtern und einen geringern Bewegungswiderstand gegen den Gebläsekolben veranlassen. Hauptleitungen bei grofsen Gebläsen sollten nicht weniger als 15 bis 20 Zoll, Nebenröhren, die den Wind zu verschiedenen Punkten führen, 10 bis 12 Zoll und Röhren für kurze Strecken doch 6 bis 8 Zoll weit sein.

Da wo Verzweigungen des Windstroms eintreten, da wo er momentan abgesperrt, oder wo die Menge desselben bald vergröfsert, bald vermindert werden soll, müssen Vorrichtungen zu seinem theilweisen oder gänzlichen Absperren angebracht werden. Besonders an solchen Stellen, wo der Wind nach verschiedenen Punkten vertheilt werden soll und wo man sich bald des kalten und bald des erhitzten bedienen will; ferner in der unmittelbaren Nähe der Düsen sind Vorrichtungen dieser Art sehr nöthig, theils um die Windquantitäten zu reguliren, theils und vorzuglich, um das Ausströmen des Windes schnell verhindern zu können, wenn die Arbeiten in der Form und im Schmelzraum des Hohofens diefs für einige Augenblicke erfordern. Die Vorrichtungen bestehen im Allgemeinen darin, dafs man an den bestimmten Punkten zwischen den Windleitungsröhren einen Windkasten oder sogen. Windsperrungskasten einschiebt, in welchem sich Ventile zum Reguliren oder zum gänzlichen Absperren des Winsdtroms befinden. Die Einrichtung der Ventile ist verschieden, und wird zum Theil auch durch die Menge und durch die Pressung des durchzulassenden und nicht durchzulassenden Windes, bedingt; gröfsere Windmassen erfordern schwerere und dauerhaftere Ventile *). Sie bestehen häufig aus schweren, gegossenen und gut abgeschliffenen Kegelventilen, deren Entfernung von dem Ventilsitz durch Schrauben, die das Ventil zugleich schwebend erhalten, regulirt wird, und welche durch dieselbe Vorrichtung auch fest gegen den Ventilsitz geprefst werden, wenn das Ventil ganz geschlossen werden soll. Jedoch sind diese Ventile weniger im Gebrauch als die Hahnventile, besonders wo man ihrer auf den Seitenzweigen der Windleitungsröhren bedarf. Zuweilen wendet man auch Schieberventile an, die sich in gegossenen, an den Windsperrungskästen angebrachten Falzen bewegen; noch häufiger aber sind Klappenventile, welche indefs nur da an-

*) Man findet schon verschiedenartige Vorrichtungen dieser Art in den Werken von Karsten und Walter beschrieben und abgebildet.

gewendet werden, wo es nicht auf die Regulirung der Windmenge, sondern auf ein gänzliches Absperren und ein freies Durchlassen des ganzen Windstroms ankommt.

Bei der Anwendung des erhitzten Windes legt man die Winderhitzungsvorrichtung, wenn sie besonders gefeuert werden soll, den Formen so nahe als möglich, um die Abkühlung des erhitzten Windes so viel als thunlich zu verhindern. Befindet sich der Apparat aber auf der Gicht des Hohofens, so sind lange Röhrenleitungen, sowohl für den kalten Wind nach der Gicht, oder für den heifsen von derselben nach den Formen, nicht zu vermeiden und es ist dann nöthig, die letztern gegen die Abkühlung möglichst zu sichern. Man legt sie daher, wo diefs thunlich ist, in einen Kanal in der Rauchmauer des Ofens, oder in eine hölzerne, viereckige Lutte und umgiebt sie mit Asche oder andern schlechten Wärmeleitern. Ueber die Verbindung der Röhren, welche die heifse Luft fortleiten, ist schon weiter oben das Erforderliche gesagt worden.

Bei einer Erhitzung des Windes bis zu 200° C., kann man sich noch der gewöhnlichen kupfernen Formen bedienen. Wendet man aber starkerhitzten Wind und kupferne Formen an, so müssen sie zur Verhütung des Wegschmelzens durch Wasser abgekühlt werden. Eine solche sogen. Wasserform hat die Form einer gewöhnlichen, allein sie hat hohle Wände und wird am besten aus einem Stück gegossen. Das Wasser wird durch eine untere Röhre eingeleitet und steigt aus einer obern wieder heraus, damit es steigend mit Gewalt den ganzen Raum ausfüllt. In der Mündung zu weit gewordene Formen werden mit einem Futter versehen, welches in dieselben hineingeschoben wird. Am besten ist es, wenn die das Wasser leitende Röhre die Form spiralförmig umgiebt.

Besondere Einrichtungen erfordert die Anwendung des erhitzten Windes bei den Düsen, indem Schläuche bei demselben nicht anwendbar sind. Eine von den verschiedenen Düseneinrichtungen für heifsen Wind ist die folgende sehr einfache, die aus nicht zu starkem Eisenblech besteht, damit es eine hinreichende Elasticität behält. Die Düse besteht aus zwei Theilen. Der hintere wird auf die gufseiserne Windleitungsröhre, deren Ende etwas verjüngt abgedreht sein mufs, geschoben und die Fuge mit Thon verdichtet. Am andern Ende ist ein kleiner Wulst oder Rundstab gelegt, über welchen der vordere Theil oder die Spitze der Düse geschoben wird. Durch diese Einrichtung wird die Beweglichkeit der Düsenspitze nach allen Seiten erlangt. Weil aber auch zugleich der hintere Theil der Düse, wegen der Elasticität des Bleches, eine kleine Bewegung an der gufseisernen Windleitungsröhre zuläfst, so ist man durch diese doppelten Bewegungen in den Stand gesetzt, die Lage der Düse an der Mündung um ein paar Zolle zu verändern. Auch die Fuge bei dem Rundstab wird mit weifsem Thon verdichtet, und beide

Theile werden durch kleine, an beiden Seiten befindliche Haken befestigt. Durch Anfstecken einer andern Spitze läfst sich die Düsenöffnung augenblicklich verändern, welches eine grofse Bequemlichkeit gewährt. *)

Menge und Geschwindigkeit des Gebläsewindes.

Das Volum der Gebläseluft und ihre Geschwindigkeit sind von einander abhängig. Eine gewisse Luftmasse, die durch eine kleine Düsenöffnung ausströmt, wird mehr zusammengedrückt und erlangt eine gröfsere Geschwindigkeit, als wenn sie bei übrigens gleichen Umständen durch eine weitere Oeffnung ausströmte. 100 Kubikfufs Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, die in einer Secunde durch eine Oeffnung von einem Quadratfufs Durchschnitt ausströmen, haben eine Geschwindigkeit von 100 Fufs in der Secunde; strömen sie aber aus einer Oeffnung von $\frac{1}{4}$ Quadratfufs, so erlangen sie eine Geschwindigkeit von 400 Fufs. Es giebt folglich zwei Mittel, um die Geschwindigkeit des aus dem Gebläse ausströmenden Windes zu vermehren; man mufs entweder die Düse bei derselben Luftmenge enger machen, oder den Gebläsewechsel bei derselben Düsenöffnung vermehren; eine Verminderung des Druckes erfolgt auf die umgekehrte Weise. Bei kleinen Gebläsen kann man daher das Volum der Luft nicht verstärken, ohne den Druck zu vermindern.

Das zwischen der Geschwindigkeit des Windes und der Weite der Düsenöffnung stattfindende Verhältnifs giebt uns ein sehr einfaches Mittel an die Hand, das Volum und die Geschwindigkeit des Windes von einem Gebläse zu berechnen. Man braucht nur den räumlichen Inhalt der Gebläse und den Wechsel derselben in einer gewissen Zeit zu kennen; denn die Kolbenoberfläche verhält sich zu der Düsenöffnung, wie die Geschwidigkeit des Windes zu der des Kolbens. Ein aus drei Kästen oder Cylindesn bestehendes Gebläse, von denen jeder Kolben 12 Quadratfufs Oberfläche und 3 Fufs Hub hat, giebt für jeden Hub der drei Gefäfse 108 Kubikfufs atmosphärische Luft, und bei 8 Kolbenhüben in der Minute 864 Kubikfufs. Die Geschwindigkeit von allen 3 Kolben läfst sich als die eines einzigen ansehen, weshalb die Geschwindigkeit aller 3 Kolben $= 72$. Beträgt nun die Fläche der Düsenöffnung 6 Quadratzoll, so verhält sich diese Fläche zu der Kolbenoberfläche wie $6:1728$; folglich ist $6 : 1728 = 72 : x$; x ist die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft in einer Minute aus der Düse strömt, in der Secunde daher $= 345\frac{1}{2}$ Fufs.

Der Druck, den die Luft erleidet, hat aber nicht allein auf ihre Ge-

*) Einrichtungen von Düsen, Windleitungen, Ventilen, Wasserformen etc. findet man beschrieben und abgebildet in Karsten's Eisenhüttenkunde, V. S. 63 etc. Taf. XIII u. XIV. und Walter de St. Ange prakt. Eisenhüttenk. I. 284 etc. u. Taf. 26. III. Taf. 9.

schwindigkeit, sondern auch auf ihr Volum Einflufs; der Raum, welchen sie einnimmt, steht im umgekehrten Verhältnisse zu der drückenden Kraft. Es sei P das in Pfunden ausgedrückte Gewicht, mit welchem die Luftsäule der Atmosphäre auf eine bestimmte Fläche, z. B. 1 Quadratzoll, drückt, p das Gewicht, mit welchem die in einem Behältnifs befindliche Luft bei atmosphärischem Druck und D die Dichtigkeit derselben; man erhält alsdann das Verhältnifs $P : P+p = D : D'$; wobei D' die $P+p$ zugehörige Dichtigkeit, oder

$$D = \frac{(P+p)D}{p} = \frac{P+p}{p},$$

wenn $D = 1$; und $P : P+p = V' : V$; wobei V' das $P+p$ zugehörige Volum, oder

$$V = \frac{PV}{(P+p)} = \frac{p}{P+p}, \text{ wenn } V = 1.$$

Kennt man daher P und p, so ist es leicht, V' und D' zu finden; ist daher $P = 10$ und $p = 2$, so würde sich die Dichtigkeit der mit einer Kraft von 2 Pfunden zusammengedrückten Luft zur atmosphärischen wie 1 : 1,2 und das Volum der zusammengedrückten zur atmosphärischen wie 0,833 : 1 verhalten.

Nach der oben angegebenen Methode kann man hienach das Luftquantum berechnen, indem man den Druck auf den der Atmosphäre zurückführt; allein das Resultat weicht mehr oder weniger von der Erfahrung ab, wegen des Windverlustes bei den Liederungen der Windleitungen, so wie wegen des schädlichen Raumes in den Gebläsegefäfsen, Ventilkästen, Cylinderhälsen u. s. w. Weil nun die Berechnung des schädlichen Raumes, so wie des Windverlustes in den meisten Fällen mit der erforderlichen Genauigkeit unmöglich ist, so gelangt man zuverlässiger und leichter zum Zweck, wenn man die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft durch unmittelbare Beobachtung der Höhe der Wassersäule, die mit $P+p$ im Gleichgewichte steht, und von P ausmittelt und aus der gefundenen Geschwindigkeit die Menge der durch den Druck p verdichteten Luft, welche in einer gewissen Zeit aus der Düsenöffnung von bekanntem Flächeninhalte ausströmt, berechnet. Die zu P gehörige Höhe ist einer Wassersäule von 31,66 Fufs rheinl. oder einer Quecksilbersäule von 28 Zoll gleich, und der Druck auf 1 Quadratzoll Fläche beträgt 14,55 Pfund. Da der Druck der Atmosphäre veränderlich ist, so mufs auch ihre Dichtigkeit und ihr Volum veränderlich sein; allein da die Luft in keinen luftleeren, sondern in einen mit atmosphärischer Luft angefüllten Raum getrieben wird, so können jene drei Werthe ganz unberücksichtigt gelassen werden. Uebrigens leuchtet ein, dafs je niedriger der Barometerstand ist, desto geringer auch die Dichtigkeit sein müsse, oder dafs

der aus dem Gebläse strömende Wind, bei gleichbleibender Pressung, um so weniger Dichtigkeit habe, je niedriger der Barometerstand.

Zum Messen der Gröfse des Drucks, den die geprefste Luft nach allen Seiten ausübt, bedient man sich des Windmessers oder Manometers, der eine ähnliche Einrichtung wie das Barometer hat, indem die verdichtete Luft auf eine Wasser- oder Quecksilbersäule drückt und die Flüssigkeit in einem mit atmosphärischer Luft gefüllten Raume aufsteigen mufs, bis die zu p gehörige Druckhöhe erreicht ist. Die Flüssigkeit steht im Windmesser eben so wie im Barometer in zwei communicirenden Röhren; auf die Oberfläche in der einen drückt verdichtete, auf die in der andern atmosphärische Luft. Uebrigens ist die Einrichtung der Windmesser sehr verschieden; wir beschreiben hier nur einige der gebräuchlichsten.

Der Windmesser Fig. 10., Taf. I., besteht aus einem weitem Gefäfs *A*, welches mit einer nicht zu weiten Glasröhre *B* durch Verkittung luftdicht verbunden ist. Die Linie in *A* zeigt den Nullpunkt des Quecksilberstandes und die Fläche an, auf welche der durch die Oeffnung *a* einströmende Wind drückt, und das Quecksilber in der Glasröhre *B* zum Steigen bringt; *A* ist überall luftdicht verschlossen und *B* ist oben offen. Die Oeffnung ist so nahe als möglich bei der Düse an der Windleitung angebracht. Das cylindrische Gefäfs *A* besteht aus Buchsbaumholz, hat einen festen Boden und ist oben offen. Diese Oeffnung hat ein Gewinde, in welches ein, ebenfalls aus Buchsbaumholz bestehender Deckel eingeschraubt wird, und dient zum Einfüllen des Quecksilbers, zum Revidiren desselben und zum Reinigen. In dem Boden der Kapsel befindet sich eine cylindrische Oeffnung, durch welche die mit dem Gebläse communicirende Röhre *a* von hartem Holze hindurchgesteckt und luftdicht verkittet wird. Eine zweite Oeffnung, seitwärts und unten am Boden der Kapsel, dient zur Aufnahme eines kleinen cylindrischen Aufsatzes *b*, welcher ebenfalls von Buchsbaumholz ist und in jene Oeffnung hineingeschraubt wird. Oben ist er mit einer Oeffnung versehen, in welche die Glasröhre *B* gesteckt und luftdicht darin verkittet wird. Die Scala wird am bequemsten aus Messing angefertigt.

Wendet man nicht Quecksilber, sondern Wasser als Flüssigkeit an, so hat man sehr hohe Säulen zu beobachten und bedient sich der in Fig. 11. abgebildeten Vorrichtung. In das luftdicht verschlossene Gefäfs *A* strömt verdichtete Luft aus dem Gebläse und drückt auf die Oberfläche des in demselben befindlichen Wassers. Durch den Deckel des Gefäfses ist eine Glasröhre *B* luftdicht durchgesteckt, welche nicht bis zu dem Boden des Gefäfses hinunterreicht, sondern etwas davon absteht, damit das Wasser in der Röhre aufsteigen kann. Der Nullpunkt der Scala ist die Linie des Wasserstandes in dem Gefäfse. Diese Windmesser müssen, wegen der Verdampfung des

Wassers sehr häufig revidirt werden, damit der Wasserstand in den Gefäfsen stets derselbe bleibt.

Eine dritte Art Windmesser und zugleich die einfachste (Fig. 13., Taf. II.) besteht aus einer gekrümmten Glasröhre *b*, deren eines Ende durch einen Korkstöpsel *a* gesteckt, und mittels desselben und einer Oeffnung in der Windleitungsröhre u. s. f. mit dem Gebläse in Verbindung gesetzt wird, während das andere Ende mit einer Scala versehen ist, welche die halben Höhen der Säule von Quecksilber oder Wasser anzeigt, mit denen die gebogenen Röhren bis zu der punktirten Linie angefüllt sind. Jedoch können diese Windmesser nur dann auf Genauigkeit Anspruch machen, wenn die Flüssigkeit in beiden Röhrenschenkeln, im Zustande der Ruhe, ganz genau bis zum Nullpunkte, also weder tiefer noch höher steht, und wenn die Schenkel der Röhre sorgfältig calibrirt werden.

Bei Gebläsen, die vielen und stark geprefsten Wind liefern, bringt man in der Nähe der Düsen unbewegliche Windmesser an, die man mit kleinen verschliefsbaren Schränken zu umgeben pflegt, um Verunreinigungen und Beschädigungen zu verhindern.

Diese Windmesser haben ganz dieselbe Einrichtung wie die zuerst beschriebenen. Das Gefäfs oder der Cylinder *A*, in welchen der Wind einströmt, ist von Gufseisen, und wie Fig. 14., Taf. II., zeigt, mit einem genau passenden, gufseisernen Deckel versehen, der in der Mitte eine Oeffnung hat, in welche ein hölzerner Pfropf eingeschraubt wird, um von Zeit zu Zeit das Gefäfs reinigen und den Quecksilberstand revidiren zu können, ohne den Deckel abnehmen zu dürfen. In den röhrenförmigen, angegossenen Ansatz am Boden des Cylinders wird eine Glasröhre *B* luftdicht eingesetzt und angekittet. Der Durchmesser von *A* beträgt 5 Zoll und der von *B* nur $2\frac{1}{2}$ Linien. Die Verbindung des Cylinders mit dem Windsammel- oder mit dem Windsperrungskasten vor der Düse findet durch einen zweiten röhrenförmigen Ansatz im Cylinderboden Statt, welcher luftdicht durch die Oeffnung im Windkasten geführt ist.

Aus den mit der Pressung des Windes im Gleichgewicht stehenden Höhen der Wasser- oder Quecksilbersäulen des Windmessers läfst sich die Gröfse des Druckes, welchen der Wind nach allen Seiten ausübt, oder die Gröfse der Kraft *p*, mit welcher der Wind zusammengedrückt wird, leicht berechnen. Die der Kraft zukommende Höhe der Wasser- oder Quecksilbersäule giebt der Windmesser nämlich unmittelbar an. Der absolute Druck, den *p* auf eine Fläche von bestimmter Gröfse ausübt, ergiebt sich dann aus der Gröfse der Fläche, aus der Höhe der Säulen und aus dem absoluten Gewicht der Flüssigkeit, welche man zur Vergleichung der Kraft des Windes anwendet.

Bedeutet also h die Höhe einer Wassersäule, welche mit der Pressung des Windes bei dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht hält, g die Beschleunigung der Schwere im luftleeren Raume $= 15,6$ Fufs rheinl., Δ die Dichtigkeit des Wassers gegen jene der Luft, so wird

$$2\sqrt{gh\Delta\frac{p}{p+p}}$$

der allgemeine Ausdruck für die Geschwindigkeit der verdichteten Luft, welche mit einer der Höhe der Wassersäule h zugehörigen Kraft p zusammengedrückt ist, sein.

Aus der bekannten Geschwindigkeit der verdichteten Luft läfst sich dann die Menge Q derselben, welche ein Gebläse liefert, leicht finden, wenn die Gröfse a der Düsenöffnung bekannt ist; es ist nämlich $Q = av$ für jede Secunde (wobei v die Geschwindigkeit, mit welcher der zur Druckhöhe h gehörige Wiud ausströmt, bedeutet). Die Dichtigkeit der gefundenen Menge der Luft ist nach dem Barometerstande verschieden, mufs aber stets für den von 28 Zollen und für die Temperatur $= 0$ berichtigt werden; den Hygrometerstand kann man unberücksichtigt lassen.

Einen Einflufs auf die Geschwindigkeit der Ausströmung des Windes haben aber auch die Beschaffenheit und die Form der Ausströmöffnung, so wie die Länge des Ansatzrohres. Für die praktische Anwendung kann man den Geschwindigkeits-Coëfficienten $= 0{,}94$ annehmen. Endlich haben auch Länge und Weite der Windleitungsröhren einen sehr wesentlichen Einflufs auf die Geschwindigkeit des Windes.

Den Versuchen gemäfs steht der Widerstand, den die Luft in der Leitungsröhre erleidet, im geraden Verhältnisse mit der Länge der Leitung, im umgekehrten Verhältnisse mit der Länge der Leitung, im umgekehrten Verhältnisse mit der Gröfse des Durchmessers der Leitungsröhre, im geraden Verhältnisse mit dem Quadrate der Geschwindigkeit der Luft und im umgekehrten Verhältnisse mit der Kubikwurzel der Dichtigkeit der Luft.

Bezeichnet:

h, die Höhe der Quecksilbersäule im Manometer zunächst an der Düse oder der Ausströmungsöffnung in Metern,

t, den Thermometerstand am Beobachtungsort,

φ, das spezifische Gewicht des Quecksilbers $= 10{,}467$ bei $0°$ und $0{,}76^{m}$,

b, den Barometerstand der umgebenden atmosphärischen Luft in Metern,

d, den Durchmesser der Düse in Metern,

so ist die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft $= \sqrt{2gh\varphi}$, wo $g = 9{,}8088$ Meter; nimmt man für den Coëfficienten der Verminderung der Geschwindigkeit durch die Zusammenziehung des Strahls $= 0.94$, so

ist demnach die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft aus der Düse strömt in einer Function von h

$$= 3{,}67 \,.\, 4\, \frac{\sqrt{h(1 + 0{,}004\, t)}}{6 + h} \text{ Meter}$$

und die ausströmende Luftmenge Q in einer Secunde

$$Q = 288{,}5\, d^2 \frac{\sqrt{h(1 + 0{,}004\, t)}}{6 + h} \text{ Kubikmeter.}$$

Ist ferner der Durchmesser der Windleitung im Meter $= D$, die Höhe der Quecksilbersäule im Manometer am Anfangspunkte der Windleitung $= H$ (folglich $H - h$ die Gröfse des Widerstandes durch die Windleitung), die Länge der Windleitung $= L$ in Metern, so ist auch nach D'Aubuisson die Ausströmungsgeschwindigkeit in einer Funktion von H,

$$= 2901 \sqrt{\frac{HD^2}{Ld^4 + 625 \frac{6 + hD.5}{1 + 0{,}004\, t}}}.$$

Die Schätzung des Nutzeffectes eines Gebläses ist von dem Verhältnisse des Kraftaufwandes zu der in bestimmter Zeit und Dichtigkeit aus der Düse ausgetriebenen Luftmenge, also der zu dieser Austreibung wirklich erforderlichen Kraft, abhängig. Sie ist für verschiedene Gebläse verschieden, je nach der Verschiedenheit der Reibung des schädlichen Raumes und des Windverlustes. Hölzerne Kastengebläse haben selten mehr als 25 Procent, eiserne Cylindergebläse nur 50 Proc. Nutzeffect; das Wassersäulengebläse soll einen bedeutend höhern haben.

Endlich ist noch auf die Erhitzung des Windes Rücksicht zu nehmen, obgleich wir darüber noch keine sichern Beobachtungen haben. Wir machen darüber folgende Bemerkungen.

Wenn bei gleichbleibender Geschwindigkeit für den heifsen und für den kalten Wind, und zugleich bei gleichbleibender Gröfse der Düsenöffnung, nach dem Verhältnifs der Windmenge gefragt wird, welche durch die Düse strömt, so strömt zwar, dem Volum nach, aus derselben eben so viel kalte als heifse Luft mit gleicher Geschwindigkeit aus; allein die Luftmengen sind ungleich, wenn sie auf Temperatur und Druck der umgebenden Luft, oder auf Normaldruck und Normaltemperatur reducirt worden sind.

Wenn die Anzahl der Hübe des Gebläsekolbens in der Minute, bei kaltem und heifsem Winde, dieselbe bleibt, und wenn auch die Düsenöffnung für den kalten und für den heifsen Wind unverändert bleiben, also die Quantität des Windes aus dem Gebläse, auf Luft von atmosphärischer Dichtigkeit und Temperatur (oder auch von normaler Dichtigkeit und von 0° Temperatur) reducirt, bei Anwendung der kalten oder erhitzten Luft sich nicht ändern, so müssen die Pressungen der kalten und der heifsen Luft verschieden und letztere offenbar gröfser als erstere sein.

Kennt man die Pressung des erhitzten Windes, so läfst sich aus diesem Ausdruck die des kalten finden, nämlich die Höhe der Quecksilbersäule, welche bei der Anwendung des kalten Windes erforderlich sein würde, um dieselbe Quantität Luft von atmosphärischer oder normaler Dichtigkeit, und von der vorhandenen Lufttemperatur oder von der Temperatur = 0 durch die Düse zu treiben, welche für den bis zu einer gewissen Temperatur erhitzten Wind, bei einer gewissen Höhe der Quecksilbersäule, ausgeblasen wird. Eben so läfst sich auch aus dem Druck des kalten Windes der des heifsen finden.

Wir wollen das Gesagte noch durch ein Beispiel erläutern. Wenn ein Hohofen, der mit kaltem Winde betrieben und welchem der Wind mit einer Pressung zugeführt ward, die einer Quecksilberhöhe von 5 Zoll entsprach, erhitzten Wind von einer Temperatur von 200° R. erhält, dabei aber dieselbe Windmenge, auf normalen Luftdruck und auf die Temperatur von 0° reducirt, bekommen soll, wie früher bei kaltem Winde, und wenn dabei zugleich auch der Flächeninhalt der Düsenöffnung unverändert bleiben soll, so wird die Zahl der Hübe des Gebläsekolbens unverändert bleiben müssen, und es mufs das Verhältnifs der Pressung des heifsen zu dem des kalten Windes gesucht werden, welches in diesem Fall das von 5 : 8,66 ist. Das Gebläse wird daher einen vergröfserten Widerstand in demselben Verhältnifs zu überwinden haben, um dem Hohofen eben so viel atmosphärische und bis zu 200° R. erhitzte Luft, als Luft von 0° Temperatur, wenn beide Luftmengen auf gleichen Druck und auf gleiche Temperatur reducirt werden, zuzuführen.*)

Fünfter Abschnitt.

Die Roheisenerzeugung.

Allgemeine Bemerkungen über die Oefen zur Roheisenerzeugung.

Ehe das Eisen als Stabeisen oder Stahl dargestellt wird, befindet es sich bei den Hüttenprozessen fast immer erst im Zustande des Roheisens.

*) Wer sich näher hierüber unterrichten will, der findet in der trefflichen Abhandlung von W. Schulze „über die Berechnung der Geschwindigkeit und Quantität der erhitzten Gebläseluft", in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde, IX. 587 etc., und in meiner Schrift über erhitzte Gebläseluft IV. 40 etc., die beste Auskunft.

Jedoch war bis zum 15ten Jahrhundert das Roheisen und dessen Anwendung unbekannt, indem man vorher überall, wie es auch noch jetzt an manchen Orten der Fall ist, Stabeisen und Stahl unmittelbar aus den leichtflüssigsten und weichsten Erzen darstellte.

Zum Schmelzen der Eisenerze wird eine sehr hohe Temperatur, viel Brennmaterial und ein schneller Luftzutritt zur Hervorbringung eines hohen Hitzgrades erfordert. Brennmaterialersparung ist daher sehr wesentlich, und es sind diejenigen Prozesse die vollkommensten, bei denen man diefs am meisten erreicht. Die Reduction der Erze erfolgt, wie schon bemerkt, am vortheilhaftesten in Schachtöfen, d. h. in solchen, worin die Erze, mit dem Brennmaterial geschichtet, niedergeschmolzen werden. In den Herden zur Darstellung des Stabeisens, unmittelbar aus den Erzen, werden dieselben, nachdem sie stark geröstet und zum gröfsten Theil schon reducirt, aber doch noch nicht erweicht sind, plötzlich der stärksten Hitze ausgesetzt. Es folgen daher alle Veränderungen des Weichwerdens, Schmelzens und Entkühlens des reducirten Eisens in kurzen Zeiträumen auf einander, wogegen in den Schachtöfen die Erze erst nach und nach in einen höheren Temperaturgrad gelangen, der da, wo die Luft einströmt, am höchsten ist, und durch die beständige Berührung mit glühender Kohle vollständig in Roheisen umgeändert werden. Die Luftzuführung, die nur so hoch über dem Boden des Ofens erfolgt, dafs sich in dem Ranm darunter die geschmolzene und reducirte Masse ansammeln kann, bewirkt man durch ununterbrochene und geregelte Windströmung aus den Gebläsen.

Das Niedergeschmolzene mufs von Zeit zu Zeit abgelassen oder abgestochen werden, ohne dafs der Ofenschacht deshalb entleert zu werden brauchte, wie es nur bei den ganz unvollkommenen Prozessen in Schachtöfen geschieht. Die Schlacken werden entweder von Zeit zu Zeit abgelassen oder sie fliefsen ununterbrochen ab.

Der Schacht eines Ofens ist der durch feuerfeste Steine gebildete innere Raum desselben, in welchem die Erze mit dem Brennmaterial geschichtet niedergeschmolzen werden. Man unterscheidet bei jeden Ofenschacht die Gicht, d. i. die obere Oeffnung des Schachtes, durch welche er mit Schmelzmaterialien gefüllt wird; ferner die Formgegend, den eigentlichen Schmelzraum, und den Boden, d. h. den untersten Theil des Schachtes, der nach dessen geringerer oder bedeutenderer Höhe 10 bis 24 Zoll unter der Form liegt. — Das den Schachtraum einschliefsende Mauerwerk nennt man auch den Schacht, oder richtiger den Kernschacht oder das Schachtfutter. Nun kann aber ein solcher Kernschacht für sich allein nicht in die Höhe geführt, sondern er mufs noch mit anderem Mauerwerk umgeben werden. Sehr hohe, einer starken Hitze und daher gröfserer Abkühlung

unterworfene Oefen erhalten zwei, auch wohl drei Schachtfutter, sogenannte Rauhschächte, die man durch die Füllungen, d. h. Stücken von feuerfesten Ziegeln, Schlacken, Lehm, auch wohl Asche bei der zweiten Füllung (weil sie nicht in den Schacht gelangen darf), von einander trennt, damit die Wärme besser zusammengehalten wird und sich die Füllungen besser ausdehnen können. Auch bei nur einem Schachtfutter ist zwischen diesem und dem äufseren Ofengemäuer, der sogenannten Rauhmauer oder dem Mantel, eine Füllung vorhanden. Die äufsere Form des Mantels ist gleichgültig und sehr verschiedenartig und richtet sich häufig nach der Gestalt des Schachts. Man hat Oefen, die äusserlich eine vier-, sechs-, achteckig-pyramidale und oben kegelförmige Gestalt haben; jedenfalls mufs der Mantel nach oben zu verjüngt sein, obgleich beim Bau neuer Hohöfen die Benutzung der aus der Gicht entweichenden Gase sehr zu berücksichtigen ist und man daher suchen mufs, neben der Gicht einen möglichst grofsen Raum zu gewinnen. Man fertigt aber auch den Mantel von Gufseisen an, indem man zwischen demselben und dem Futter eine Füllung anbringt. Solche Oefen sind rasch und minder kostbar aufgeführt, bedürfen keines so bedeutenden Fundaments, kühlen sich aber auch leichter ab.

Die Rauhmauer mufs mit Abzüchten oder Kanälen zur Ableitung der Feuchtigkeit versehen sein, weil die Dämpfe, sobald sie nicht entweichen, ein Zersprengen veranlassen können. Aus demselben Grunde und weil die Oefen beim Betriebe sich stark ausdehnen, verankert man auch die Rauhmauer und legt um den conischen Theil derselben Reife. Bei sehr hohen Oefen sind Abzüchte und Verankerungen mit um so gröfserer Sorgfalt herzurichten.

Das Fundament des Ofens erfordert um so gröfsere Aufmerksamkeit, je höher derselbe werden soll. Ein guter Felsengrund ist natürlich das beste Fundament, allein wo der Boden nicht fest ist, mufs man ein hölzernes Pfahlwerk oder besser noch massive Fundamente zu Hülfe nehmen, welche mit Gewölben und verschiedenen, sich durchkreuzenden Kanälen versehen sein müssen, welche letztere auch mit eisernen Platten bedeckt sein können. — Eine fernere wesentliche Bedingung bei dem Ofenbau ist die, das Fundament stets so weit in die Höhe zu führen, dafs der Bodenstein oder die Sohle vollkommen trocken liegen, indem Feuchtigkeit derselben grofse Nachtheile für den Betrieb hat. Wie denn überhaupt alle Mittel zum Zusammenhalten der Wärme anzuwenden sind. Dabei ist auch wohl zu berücksichtigen, dafs, bei Wasserwerken, das Fundament oder die Abzüchte nie überschwemmt werden dürfen, weil dadurch sehr nachtheilige Zufälle für den Betrieb herbeigeführt werden können. Schon aus diesem Grunde mufs das Fundament möglichst hoch gelegt werden.

Beim weiteren Aufmauern der Rauhmauer ist nun ferner darauf Rücksicht zu nehmen, dafs an seinem Boden Oeffnungen für die eine oder für die mehrern Formen und eine oder auch wohl zwei zum Ablassen der geschmolzenen Substanzen gelassen werden müssen. Sie fangen gleich vom Fundament an und werden mindestens so hoch in die Höhe geführt, dafs die Arbeiter aufrecht darin stehen können, gewöhnlich aber viel höher und auch in erforderlicher Breite. Um die Oeffnungen oben zu schliefsen, wendet man mehrentheils gufseiserne Balken, sogenannte Trageisen, an, indem dieselben zweckmäfsiger als Gewölbe, besonders bei gröfsern Oefen sind, welche leicht durch die Ausdehnung beim Betriebe aufreifsen. Die vordere Seite des Ofens, auf welcher unten Schlacke und Eisen abgelassen werden, nennt man die Vorder- oder Arbeitsseite; die Seite, auf welcher dem Ofen durch die Form der Wind zugeführt wird, und die entweder rechts oder links von der Arbeitsseite liegt, die Formseite; die der Arbeitsseite gegenüberliegende die Rückseite und die der Formseite gegenüberstehende die Windseite des Ofens.

Hiernach erhalten die oben erwähnten Oeffnungen die Namen Form- oder Bläse- und Arbeitsgewölbe, obwohl es, wie schon bemerkt, Oefen giebt, welche ein Arbeits- und zwei oder drei Formgewölbe, oder zwei Form- und zwei Arbeitsgewölbe haben, und bei denen also die Wind- ebenfalls Formseite und die Rück- ebenfalls Arbeitsseite ist. Der Theil der Kernschachtmauer, an welchen sich das nach hinten zu enger werdende Arbeitsgewölbe anschliefst, und welches von der Rauhmauer des Ofens gewissermafsen entblöfst wird, heifst die Ofenbrust.

Da der Zweck der Form- und Arbeitsgewölbe nur der ist, zu dem eigentlichen Schmelzraum gelangen zu können, so kann derselbe auch dadurch erlangt werden, dafs man das ganze Ofengemäuer auf eiserne, von eisernen Säulen getragene Platten stellt, so dafs man unter dem dadurch gebildeten Raum zu allen Punkten des Schmelzraums von dem Ofen leicht und bequem gelangen kann.

Ueber den Gewölben wird die Rauhmauer in einer eckigen oder runden Gestalt mit der angemessenen Dossirung bis zur Gicht in die Höhe geführt. Die obere, durch die obersten Schichten des Kernschachtes, der Rauhschächte und der Rauhmauer gebildete Fläche nennt man ebenfalls die Gicht, und sie ist nach der Gröfse und Construction des Ofens verschieden grofs. Die Rauhmauer wird entweder in Gestalt einer sich nach oben zu verengenden Esse in die Höhe geführt, um die aus der Gicht schlagende Flamme unschädlich zu machen, oder es werden die äufsern Rauhmauern 10 bis 12 Fufs über der Gicht erhöht, ebenfalls um die Gichtflamme gegen die Einwirkung des Windes zu schützen. Man nennt diese

Erhöhung der Rauhmauer die **Gichtmauer** oder den **Gichtmantel**, und er ist in Schweden oft mit einem blechernen Dach versehen. An manchen Oefen wird auch der Kernschacht noch über der Gicht in die Höhe geführt, so dafs zwischen dieser Mauer, welche die Arbeiter gegen die Hitze der Gichtflamme schützt, ein Zwischenraum bleibt. Um das Eindringen der Feuchtigkeit von oben zu verhüten, bedeckt man die obere Fläche der Gicht sehr zweckmäfsig mit eisernen Platten.

Ist es irgend thunlich, so führt man die Oefen an Bergabhängen auf, weil man die Schmelzmaterialien leichter auf die Gicht bringen kann, indem man Kohlenschuppen, Koaksplätze, auch wohl Röstplätze und Röstöfen auf den Räumen hinter den Hohöfen anbringt. Jedoch müssen diese stets durch einen Gang von dem Bergabhange getrennt sein, damit dessen Feuchtigkeit nicht auf jenen einwirkt. Gestattet jedoch die Oertlichkeit eine solche Anlage nicht, so müssen die Schmelzmaterialien durch Menschen- oder Maschinenkraft zur Gicht geschafft werden. Es geschieht diefs entweder auf schiefen Ebenen (**Gichtbrücken**) oder durch senkrechte **Gichtaufzüge**; auf jenen mittels durch Menschen gezogener oder geschobener Karren, oder mittels auf Eisenbahnen auf- und abwärts laufender und mittels der Maschinerie bewegter Wagen, bei diesen gewöhnlich mittels zwei Schalen, von denen die eine beladen aufwärts, während die andere leer abwärts geht. Bei niedrigen Oefen nur werden die Gichtaufzüge durch Menschen-, bei höhern stets durch Maschinenkräfte in Bewegung gesetzt. *)

Das vor oder um den Oefen befindliche Gebäude, über dessen Dach jene gewöhnlich weit hervorragen, braucht, wenn jene nicht zum Giefsereibetriebe dienen, nur klein zu sein und nur so viel Raum zu haben, als zur bequemen Aufnahme des abzulassenden Roheisens erforderlich ist. Kleinere Gebläse liegen gewöhnlich in dem Hüttengebäude selbst, gröfsere aber, besonders die von Dampfmaschinen betriebenen, gewöhnlich in einem besondern Gebäude (Gebläsekammer, Gebläsehaus).

Das Hauptstück jedes Ofens ist der Kernschacht und von seinen Dimensionen hängen die des übrigen Mauerwerks, die ihm nur zur Unterstützung dienen, ab. Es giebt daher bei Aufführung des ganzen Hohofens die Axe des Kernschachtes das stete Anhalten, obgleich dieser selbst erst zuletzt eingesetzt wird. Zur Aufführung der Rauhmauer wendet man gute Ziegel- oder Bruchsteine an, die nur an den Ecken und in den Gewölben, so wie oben an der Krönung und an den Absätzen behauen zu sein brauchen. Zu den Rauhschächten müssen stets nur feuerfeste Ziegel- oder behauene Bruch-

***) Eine Reihe sehr verschiedenartig eingerichteter Gichtaufzüge, mit schiefer Ebene und senkrechter, findet man beschrieben und abgebildet in der „praktischen Eisenhüttenkunde", I. 110 etc. 263 etc. und Taf. 19 bis incl. 25 und Bd. III. Taf. 26 etc.**

steine (am besten Sandstein) angewendet werden, und bei dem Kernschacht ist diefs eine unerläfsliche Bedingung. Die Aufführung der Schächte geschieht nach einer Chablone, die um eine stehende Welle beweglich ist, und bei der des Kernschachtes, sei es nun für einen neuen Hohofen oder Auswechselung in einem schon gebrauchten, mufs mit besonderer Sorgfalt verfahren werden.

Alle Schachtöfen zum Eisenschmelzen zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich in solche mit einem abgesonderten Schmelzraum (Gestell) und in solche ohne denselben. Ueber die Wahl der einen oder der andern entscheidet die Schmelzbarkeit der Erze und ihre fremdartigen Beimischungen, die Beschaffenheit des Brennmaterials und selbst die Art des zu erzeugenden Roheisens.

Die durch die Erfahrung als die zweckmäfsigste festgestellte innere Form ist die eines abgestumpften Kegels, dessen Basis nach unten gekehrt ist. Dieselbe bildet den weitesten Theil des Schachtes, den Bauch oder Kohlensack, und liegt etwa in einem Drittel von der ganzen Höhe. Von hier ab verengt er sich wiederum durch eine scheibenförmige, mehr oder weniger steil abfallende Mauer, die Rast, bis zum Gestell, dem untern Raum des Ofens, der entweder eine pyramidale oder kegelförmige Gestalt hat, die Basis oben an der Rast, die Abstumpfung unten am Boden. Leichtflüssige Erze bedürfen keines Gestelles, auch können dabei die Schächte weiter sein, wogegen bei strengflüssigen Erzen und schwer zerstörbarem Brennmaterial jenes unerläfslich ist, und der Ofen im Kohlensack nicht so weit sein darf. Graues Roheisen erfordert im Allgemeinen engere Schächte und höhere Schmelzräume als weifses, Koaks mehr als Holzkohlen. Oefen ohne Gestell bestehen aus zwei abgestumpften Kegeln, seltner Pyramiden, deren Grundflächen nie zusammenfallen. Wir werden diese Formen noch näher kennen lernen, und wir bemerken hier nur noch, dafs keine scharfe Grenze zwischen den Oefen mit oder ohne Gestell gezogen werden kann.

Obwohl nicht geläugnet werden kann, dafs die Gestalt des Schachtes auf den vortheilhaften Betrieb, d. h. auf reines Ausbringen aus den Erzen und auf Ersparung des Brennmaterials, grofsen Einflufs hat, so sind doch die Beschaffenheit der Eisenerze und des Brennmaterials so abweichend und verschieden, dafs man bis jetzt noch keine allgemeine Regel oder ein durch Erfahrung bewährtes Gesetz ausmitteln konnte, wonach die Ofenschächte construirt werden müssen. Da eine gewisse Quantität Brennmaterial nur eine gewisse Quantität Eisenerz zum Schmelzen bringen kann, so entsteht eine Verhärtung, Verschlackung etc., sobald dieses Verhältnifs überstiegen wird. Bei strengflüssigen Erzen und bei Koaks finden jedoch diese Erscheinungen in einem weit höhern und nachtheiligern Grade statt als bei leicht-

flüssigen, reinen Eisenerzen. Da sich diese reinen Eisenerze (Spath-, Magnet-, reine Roth- und Brauneisensteine) leicht verschmelzen lassen, so macht die Verschmelzung derselben nicht so viel Aufmerksamkeit nothwendig und es sind daher die dabei gemachten Erfahrungen über die Ofenconstruction auf den Betrieb der Oefen mit strengflüssigen Erzen nicht anwendbar. Nur bei dem Betriebe der Oefen mit Koaks und mit strengflüssigen Erzen lassen sich die gründlichsten Kenntnisse von der zweckmäfsigsten Ofenconstruction und von den beim Betriebe selbst zu ergreifenden Maafsregeln kennen lernen, und dann um so leichter auf Holzkohlenöfen und auf die Verschmelzung leichtflüssiger Eisenerze übertragen.

Eine andere Eintheilung der Eisenhohöfen, als die in solche ohne oder mit Gestell, folgt aus der Beschaffenheit und Einrichtung der Ofenbrust, unter welcher man nämlich den untern Theil des Schachtes an der Arbeitsseite versteht. Bei der Verarbeitung leichtflüssiger und weicherer Erze, die häufig ohne alle Zuschläge verschmolzen werden können, oder welche nur wenig und nicht so zähe oder so hitzige Schlacken geben, dafs sie zu Versetzungen oder Anhäufungen im Heerde leicht Anlafs geben, wodurch der Ofen ersticken würde, und endlich, welche bei wirklich vorkommenden Versetzungen so leichte Hülfsmittel gestatten, dafs es nicht nöthig ist, viel im Ofenheerde zu arbeiten: da läfst sich ohne Bedenken die Ofenbrust durch eine Mauer verschliefsen, in der Oeffnungen zum Ablassen der Schlacke und des Roheisens vorhanden sind. Dagegen mufs man bei Oefen, in denen man arme und strengflüssige Erze verschmilzt, die, besonders bei der Anwendung von Koaks, eine zähe, sich leicht festsetzende Schlacke geben, im Heerde viel arbeiten, und mufs daher zu der niedergeschmolzenen Masse leicht mit Werkzeugen gelangen können. Der Ofenheerd ist daher verlängert und ragt unter der Brust hervor, so dafs man durch die auf diese Weise gebildete Oeffnung zu allen Punkten des Gestelles in und nahe über die Formhöhe gelangen kann. Um den durch die offene Brust veranlafsten, nicht unbedeutenden Wärmeverlust möglichst zu vermindern, hält man den vordern offenen Theil des Eisenkastens stets mit Schlacke oder Gestübbe bedeckt. — Oefen mit geschlossener Brust nennt man Blau-, zuweilen auch Stücköfen, die mit offener Brust Hohöfen. Ob die Oefen mit einem Gestell versehen sind oder nicht, hängt mit dieser Eintheilung nicht zusammen.

Das Schachtfutter wird in der Nähe des Schmelzpunktes am meisten von der Hitze angegriffen, und bei den Oefen mit Gestell ist die Hitze vor der Form auch dann, wenn sie viel niedriger als die ohne Gestell sind, gröfser als bei diesen. Den Hitzgrad eines Ofens veranlafst überhaupt nicht dessen Höhe, sondern die Stärke des Windes, die Beschaffenheit der Kohlen und die Concentrirung des Schmelzraums. Wird daher durch einen langen

Betrieb oder durch andere Ursachen das Gestell eines Ofens zu weit, so erhält er mehr die Dimensionen eines Ofens ohne Gestell, ohne jedoch dessen regelmäfsige Form zu haben; Schmelzung und Scheidung werden alsdann unvollkommen und man mufs alsdann das schadhafte Gestell auswechseln, wobei der Schacht ganz gut geblieben sein und nur die Rast ebenfalls ausgebessert werden kann. Die Oefen ohne Gestell werden ebenfalls in der Nähe der Form am meisten ausgebrannt. Da von der Dauer der Schächte und Gestelle die Dauer des Betriebes abhängt, so ist die Feuerbeständigkeit der zu dem Ofenbau anzuwendenden Materialien von hoher Wichtigkeit. Feinkörniger fester Sandstein, der kein leichtflüssiges Bindemittel hat, ist ein sehr gutes Material. Wo er aber zu kostbar und feuerfester Thon leichter zu erhalten ist, macht man die Futterziegel aus demselben und brennt sie, zur Verhinderung des Schwindens im Schachte, so stark als möglich. Um das Reifsen der Steine beim Brennen zu vermeiden, wird zu fetter Thon mit Quarzsand, immer aber und zwar bis zu $\frac{1}{8}$ des Volums der Masse mit grob zerstofsenem, vorher schon gebranntem Thon, oder mit bereits schon gebrauchten und zerkleinerten Ziegelsteinen versetzt. Aufserdem werden zuweilen auch Glimmerschiefer, Talkschiefer, Gneifs und Granit zu Schachtfuttern angewendet.

Auf das Einsetzen des Kernschachts mufs grofse Sorgfalt verwendet werden; es müssen alle Fugen möglichst unschädlich gemacht und daher die Steine gehörig nach der Chablone gearbeitet sein, auch mufs das Einsetzen nach der weiter oben erwähnten, beweglichen Chablone erfolgen. Der zwischen die Steine kommende Mörtel mufs nur aus einem dünnen, mit Wasser angerührten Brei von feuerfestem Thon bestehen, dem eine gehörige Menge Quarzsand zugesetzt wird, um das Schwinden und die Entstehung von Fugen zu hindern. Je gröfser die Oefen, je höher die in denselben zu erzeugende Temperatur sein soll, mit desto gröfserer Sorgfalt mufs der Kernschacht eingerichtet werden.

Der Betrieb der Oefen mit Gestell erfordert eine sorgfältigere Wartung, um das Verhältnifs der Erze zu den Kohlen stets richtig zu erhalten. Bei kleineren Oefen zeigen sich die Folgen, welche rohe, nicht geröstete Erze und zu grofse Erzstücke haben, und die gewöhnlich in einer Abkühlung bestehen, weit leichter, als bei gröfsern. Die Scheidung des Eisens von der Schlacke oder die eigentliche Schmelzung geschieht in den Oefen erst in geringer Höhe über der Form, oder in dem jedesmaligen Schmelzraume des Ofens. Je höher die Temperatur, um so höher rückt auch der Schmelzpunkt. Der ganze Raum über demselben dient zur Vorbereitung der Schmelzmasse in steigender Wärme und in allmähliger Erweichung. Die Reduction des Eisens erfolgt ungleich früher als die Schmelzung; bei leichtflüssigen Erzen

freilich nicht früher, sondern oft noch später als bei strengflüssigen, allein der Schmelzraum mufs bei letzteren enger sein, weil die Scheidung der Schlacke von dem reducirten Eisen nur in hoher Temperatur erfolgen kann. Wenn der Schmelzpunkt, in Folge einer zu hohen Temperatur, welche von zu vielen Kohlen gegen das Erz, oder von einem zu starken Gebläse, oder von zu leichtflüssigen Erzen herrühren kann, zu hoch über der Form liegt, so erfolgt dort schon die Schmelzung. Eisen und Schlacke kommen nun in einem tropfbar flüssigen Zustande vor die Form und werden dort theils verschlackt, theils kalt geblasen, weil die entweder zu flüssige oder zu steife Schlacke das Eisen gegen den Windstrom nicht schützen kann. Es treten bald die Erscheinungen eines zu kalten Ganges ein, man erhält ein geringes Ausbringen, das gaarste Eisen, während der Zustand des Ofens gefährlich und der Erstickung nahe ist. Wenn sich der Ofen dagegen durch einen zu hohen Erzsatz, durch schlecht geröstete und zu grofse Erzstücke, durch zu schwache Gebläse etc. zu sehr abkühlt, so kann die Reduction nur erst sehr spät erfolgen, und es ist eine Verschlackung des gröfsten Theils von dem Eisen unvermeidlich. Der eigentliche gute Gang des Ofens liegt zwischen diesen beiden Extremen. Je strengflüssiger die Erze sind und ein je stärkeres Gebläse das Brennmaterial erfordert, desto mehr hat man sich vor dem zu kalten Gange, und je leichtflüssiger die Erze, je leichter zerstörbar die Kohlen sind, desto mehr vor dem zu hitzigen Gange zu hüten. — Wir wenden uns nunmehr zu der speziellern Betrachtung der verschiedenen Arten von Oefen. Von den Stück- oder Wolfsöfen reden wir hier nicht, da ihr Produkt weit eher stabeisen- als roheisenartig ist, ihre Betrachtung daher weit passender bei der Stabeisenfabrikation erfolgt.

Von den Blauöfen.

Die Höhe der Blau- oder Blaseöfen beträgt 10 bis 35 Fufs und noch mehr. Man verschmilzt in denselben nur leichtflüssige Erze bei hohem Erzsatz und mit Holzkohlen, ohne dafs man eine Versetzung des Ofens durch zu viel Erz zu befürchten hat. Tritt sie aber wirklich ein, so hat sie nicht so nachtheilige Folgen, wie bei strengflüssigen Erzen, sondern man darf nur das Gebläse etwas schwächen (eine bei strengflüssigen Erzen und besonders bei Koaks sehr gefährliche Operation) und einige Schaufeln voll zerstofsenem reinen Quarz durch die Form in den Heerd bringen, wodurch eine sehr hitzige und flüssige Schlacke entsteht, welche die im Heerde angewachsene zähe Schlacke und das etwa schon entstandene Frischeisen auflöst und erweicht. Aufserdem sucht man den Gang absichtlich mehr roh als gaar einzurichten, weil das Roheisen bei dem Gaargange zu viel Hitze erhält und zu flüssig vor

die Form kommt, so dafs es (was man unter andern Umständen mit Mühe zu bewirken sucht) allen Kohlenstoff behält, dessen Abscheidung beim Verfrischen mehr Mühe und Zeit erfordert. Auch hat der Ofen bei einem gaaren Gange immer eine stärkere Hitze, wobei der Schacht viel mehr leidet, als bei einem weniger gaaren Gange, weshalb man wohl zuweilen schon aus dieser Rücksicht, auch dann, wenn man wirklich gaares Eisen (zu Scheibeneisen oder Platteleisen) erzeugen will, bald wieder den weniger gaaren Gang eintreten zu lassen genöthigt ist. Ist der Gang aber wirklich einmal gaar, so kann man leicht den Eisensteinsatz erhöhen und einige Schaufeln voll gepochtem Spatheisenstein durch die Form in den Heerd bringen, um dadurch eine plötzliche Abkühlung zu bewirken. Ein zu gaarer Gang, welcher die Verschlackung des in grofser Höhe über der Form schon erzeugten Roheisens bei zu steifer Schlacke zur Folge hat, kann daher bei den leichtflüssigen Erzen selten zum Vorschein kommen, weil der Erzsatz schon gewöhnlich stärker, als zur Erzeugung des gaaren Roheisens nöthig war, eingerichtet wird. Kommt er aber vor, so werden eine augenblickliche Schwächung des Gebläses zur Herunterbringung des Schmelzpunktes und die gewöhnlichen Abkühlungsmittel des Heerdes den Gang bald wieder verbessern.

Die Fig. 35. Taf. IV. ist ein senkrechter Durchschnitt durch die beiden Formen und Fig. 36. ein horizontaler Durchschnitt durch dieselben von einem hohen Steyermärkischen Blauofen. Das Gestell *i* besteht aus Sandstein und hat unter seinem Bodenstein *f* sich kreuzende Kanäle *l* zur Abführung der Feuchtigkeit. Der Kernschacht *e* ist durch einen 6 Zoll breiten, mit zerschlagenen Ziegelstücken ausgefüllten Raum *d* (der Füllung) von der Rauhmauer *c* getrennt; die Feuchtigkeit wird durch die Kanäle *b* abgeleitet. In der Brustöffnung befindet sich die Stichöffnung zum Ablassen der Schlacke und des Eisens. Dieser Schlitz wird mit feuerfestem Thon verschlossen, worin das eigentliche Schlackenloch in der Höhe der Form eingehauen wird. — Ein eigentliches Obergestell ist bei diesem Ofen nicht vorhanden. Die Zustellungssteine sind so zusammengesetzt, dafs ihre Fugen central nach dem Mittelpunkt des Schachts liegen. Die beiden einander gegenüber liegenden Formen sind 18 und 20 Zoll vom Boden entfernt und ihre Axen haben die im Grundrifs punktirt angegebene Richtung. Ueber der Gicht *u* erhebt sich eine hohle Esse *n*.

Soll der Schmelzraum für einen Blauofen gebildet werden, so wird zuerst der aus Sand- oder Kalkstein bestehende auf eine vorher geebnete Lehmsohle gewöhnlich dergestalt gelegt, dafs er etwas Neigung gegen den Abstich erhält. Mufs der ganze untere Theil des Schachtes neu gemacht werden, so nennt man diese Arbeit Sumperschlagen, das Ausbessern der ausgebrannten Stellen aber Reifsetzen. Man nimmt dazu nach der Cha-

blone behauene Sandsteine, die schichtenweis aufgesetzt werden und die sich mit den Steinen des obern Kernschachtes, der gewöhnlich nicht neu eingesetzt wird, genau vereinigen müssen. Bei dieser Aufführung des untern Kernschachts wird sogleich auf die Oeffnungen für die Formen, so wie auf den Schlitz in der Brust Rücksicht genommen. Der letztere wird 14 bis 15 Zoll breit gemacht, allein wenn der ganze Schacht fertig und das Ein- und Auskriechen aus demselben nicht mehr erforderlich ist, so wird er durch besondere Steine bis auf 7 Zoll Breite verengt. Bei einer andern Art der Zustellung wird die Ofenbrust nicht durch einen Schlitz, sondern durch Löcher zum Abstechen und Schlackenlaufen, welche in einem besondern Schlufsstein angebracht sind, geöffnet.

Ein neuer Schacht hält gewöhnlich 2 bis 3 Jahre, ehe er gegen einen andern ausgewechselt werden darf; in der Formhöhe brennt er am stärksten aus, und mufs daher jedesmal nach Beendigung einer Campagne, die 20 bis 30 Wochen dauert, in den schadhaften Stellen ausgebessert, und der ausgebrannte Bodenstein zugleich gegen einen neuen ausgewechselt werden. Nach erfolgter Zustellung wird der Ofen bei fast ganz verschlossener Gicht mit brennendem, zuerst von der Ofenbrust und dann erst im Schacht selbst angezündetem Holz ausgewärmt, und wenn man die Feuchtigkeit ausgetrieben zu haben glaubt, der Ofenschacht gereinigt, die Form (Efseisen) eingelegt, der leer gebliebene Raum um die Form vermauert, und der obere Theil der nun noch 7 Zoll breiten Abstichöffnung mit Thonsteinen geschlossen, so dafs nur unten eine Oeffnung zum Ablassen des Eisens und der Schlacke bleibt, welche mit schwerem Gestübbe zugemacht und beim jedesmaligen Abstechen durchstofsen wird. Darauf füllt man den Schacht theilweise oder gänzlich mit Kohlen an und läfst ihn einige Tage lang ausglühen, giebt dann Erz auf, läfst das Gebläse langsam an und füllt den in der Gicht entstehenden leeren Raum stets wieder mit neuen Schichten (sogen. Gichten) von Kohlen und Erz wieder aus. Die Quantität der Kohlen bleibt sich stets gleich und nur die der Erze wird nach Umständen vergröfsert oder verkleinert. Sobald sich im Heerde Roheisen und Schlacke zeigen, müssen letztere entweder für sich allein oder mit jenem zugleich abgestochen werden. Das abgestochene Roheisen läuft entweder auf einen nicht sehr vertieften Heerd von schwerem Gestübbe, oder in eine ebenfalls aus schwerem Gestübbe zubereitete tiefere Grube, worin es mit Wasser besprengt und in Scheiben oder Platteln zerrissen wird, wozu jedoch nur das bei einem mehr gaaren Gange erblasene Roheisen geeignet ist. Das in die flachen Heerdformen abgelassene Roheisen pflegt man Flossen zu nennen.

Härtere, trockne, in nicht zu grofsen Stücken vorkommende Kohlen und leichtflüssigere, so wie trocknere und besser geröstete Erze, gestatten ei-

nen stärkern Erzsatz, der sich durch die dünnflüssigen Tropfen vor der hellleuchtenden Form, so wie durch das starke Flammen, ohne sichtbaren Rauch auf der Gicht, zu erkennen giebt. Dabei ist das Roheisen sehr flüssig, die Schlacke fast ungefärbt und wird beim Begiefsen mit Wasser schaumig und bimssteinartig. Ein zu starker Erzsatz giebt sich durch eine dunkle Form, durch das sogen. Nasen, d. h. Ansetzen von Eisen und Schlacke an die Form, und durch wenige, mehr oder minder dunkel gefärbte Schlacke zu erkennen. Die Gichtflamme ist stark, aber von dunkelm Rauch begleitet, und kommt dazu ein Rücken und Kippen, d. h. ein ungleichförmiges Niedergehen der Gichten, so mufs man den Gang verändern und ihn mehr gaar einrichten. Ist bei einem übrigens guten Gange die Schlacke schmierig und zäh und die Form dunkel, so sind die Erze, in Folge einer schlechten Röstung oder durch zu grofse Stücke, strengflüssiger, und man mufs alsdann das Gebläse verstärken, um den Schmelzpunkt höher zu führen.

Gewöhnlich sticht man beim sogen. Flofsschmelzen alle 2 bis 3 Stunden Eisen und Schlacke zusammen ab, und nur beim Verschmelzen armer oder Zuschlag erfordernder und viel Schlacke gebender Erze, oder beim unregelmäfsigen Gange des Ofens und bei Versetzungen, die Schlacke allein. Beim Schmelzen des Platteleisens, oder beim Gaargange, hält man das Eisen länger, um die Grube, welche auch aus einer haltbarern eisernen Form bestehen kann, auszufüllen, aus welcher das Roheisen dann scheibenweise ausgehoben wird. Der Abstich wird dicht am Bodenstein geöffnet und nach erfolgtem Abflufs des Eisens und der Schlacke wieder mit schwerem Gestübbe verschlossen. Die auf dem Eisen schwimmende Schlacke bringt man durch Begiefsen mit Wasser zum Erstarren, zieht sie vom Eisen ab und bringt die noch viel (an 6 Procent) Eisen enthaltenden Schlacken in das Pochwerk. Wenn die Blauöfen leichtflüssige Erze verschmelzen, so ist die Arbeit im Heerde sehr leicht und besteht nur im Losstofsen etwa festgeschmolzener Massen mit der Brechstange und im Reinigen des Formmauls mittels des Formhakens. Zeigt sich an der Form zähe Schlacke, so ist diefs ein Zeichen von strengflüssiger Beschickung, und zeigt sich Frischeisen, so deutet diefs auf grofsen Rohgang. Beim Abstechen bringt man das Gebläse zum Stillstand, oder man versetzt die Form mit dem sogen. Formlöffel, damit die Flamme nicht aus dem Abstich schlägt und den Bodenstein zu sehr angreift. Bei sehr leichtflüssigen Erzen und bei einem mehr rohen als gaaren Gange des Ofens sticht man das Eisen oft ab, weil die Schlacke, besonders bei der sehr grofsen Weite des Schmelzraums, leicht zu zäh und zu steif und das Niedersinken der Roheisenkörner verhindert werden würde, wenn man sie zu lange im Heerde zurück hielte.

Das gaare Roheisen von Spatheisensteinen zeigt, wenn es aus dem Ofen

kommt, eine mehr oder weniger rothe Farbe, fliefst sehr hitzig und dünn und hat beim Erstarren in den Flossenformen eine concave Oberfläche. Es ist fest, nicht spröde und etwas dehnbar, hat auf dem körnig-blättrigen Bruch eine graue Farbe, wird aber, wegen der niedrigen Temperatur, in welcher es in einem weiten Schmelzraum erzeugt worden, eine grofse Neigung durch plötzliche Abkühlung weifs zu werden. Die Schlacke ist sehr flüssig, leicht, hell von Farbe und vollkommen glasig. Man vermeidet jedoch die Erzeugung dieses Roheisens, wenn es nicht zu Gufswaaren verwendet werden soll, sondern stellt lieber grelles Roheisen dar, wozu weniger Kohlen erforderlich sind und welches sich besser verfrischen läfst.

Das halbirte Roheisen fliefst ebenfalls mit rother Farbe aus dem Ofen, erstarrt aber schneller und deshalb mit ebner Oberfläche. Im Bruche ist es weifs mit grauen Flecken, mehr strahlig als blättrig, auch ist es härter und spröder als das graue. Die Schlacke ist glasig, dichter und dunkler gefärbt. Man erbläst diese Roheisensorte jedoch nur zufällig.

Das sogen. neutrale Roheisen, auch Spiegelflofs, Spangeleisen oder dünngrelles Roheisen genannt, entsteht bei völligem Gaargange, weshalb es auch weifsgaares R. heifst, und wird an manchen Orten besonders zur Stahlbereitung dargestellt. Es fliefst dickflüssig, jedoch mit hellerer Farbe aus dem Ofen und erstarrt schnell mit Funkensprühen und mit rauher Oberfläche, ist auf dem Bruch weifs, stark glänzend, blättrig, ferner spröde und hart (daher auch Hartflofs genannt). Die Schlacke ist ebenfalls glasig und hell, zeigt aber viel Grün und Blau in der Mischung. So schwierig die Erzeugung solchen Roheisens bei strengflüssigen Erzen sein würde, so gefahrlos ist sie bei leichtflüssigen; jedoch ist ein solcher Ofengang schwierig zu führen, besonders bei niedrigen Oefen, indem durch einige leichtere oder schwerere Erzgichten sehr leicht ein gaarerer oder roherer Gang erfolgt und das Eisen keine Spiegelflächen mehr zeigt. Vortheilhaft ist ein solcher Betrieb schon dadurch, dafs dabei die Kohlen den stärksten Erzsatz, ohne weitere schlimme Folgen, zu tragen vermögen. Bei einem übersetzten Ofengange erhält man dickgrelles Roheisen, Weichflofs oder luckige (löcherige) Flossen genannt, welches sich mehr aus dem Ofen wälzt als fliefst, breiartig, aufserhalb des Ofens weifs ist, viele Funken mit Geräusch um sich her wirft und sehr plötzlich mit einer rauhen, unebenen Oberfläche erstarrt. Farbe und Glanz sind silberartig, der Bruch ist dicht, voll Blasen und Löcher und es ist nicht spröde, eigentlich ein stahlartiges, jedoch lieber Eisen als Stahl gebendes Roheisen. Die Schlacke ist dickflüssig, sehr dunkel und mehr erdig als glasig. Ein höherer Ofen mufs bei lang anhaltendem derartigen Betriebe bald ersticken. Jedoch sucht man hin und wieder in niedrigern Oefen das luckige Flofs absichtlich darzustellen, weil es ein treffliches Eisen ohne be-

deutenden Abgang giebt; es nähert sich schon dem Stückofeneisen. — Die sogen. blumigen Flossen machen einen Uebergang vom Spiegeleisen zum Weichflofs und der Ofengang ist dabei schon ungaar.

Nachdem nun der Ofen 20 bis 40 Wochen im Betriebe gestanden hat, ist er unten bei der Form sehr ausgeblasen und weit geworden, auch ist der Bodenstein zu tief weggeschmolzen und es mufs zum Ausblasen geschritten werden, da kein reines Ausschmelzen mehr erfolgt und die Kohlengichten den hohen Erzsatz nicht mehr tragen können. Es bleibt bei dem Niederblasen gewöhnlich eine Masse stablartigen Roheisens (der Wolf) auf dem Boden zurück, den man ausbrechen mufs. Darauf wird ein neuer Heerd- oder Bodenstein gelegt, der Schacht ausgebessert oder mit einem neuen vertauscht und der Ofen von Neuem in Betrieb gesetzt.

Von den Hohöfen.

Diese unterscheiden sich nur dadurch von den Blauöfen, dafs sie eine offene Brust haben. Die Rast ist als der unterste, sich an das Gestell anschliefsende Theil des Schachtfutters anzusehen, wird aber von demselben unabhängig gemacht, weil sie beim Betriebe gewöhnlich mit wegschmilzt und beim Einsetzen eines neuen Gestelles in der Regel ebenfalls neu eingesetzt werden mufs, welche Operationen man Zustellen und Rastschlagen nennt. Es giebt aber auch Hohöfen ohne Obergestell und daher ohne Rast, weshalb beide Haupttheile derselben, Gestell und der Schacht, jeder besonders betrachtet werden müssen.

Die Schmelzräume und der Einflufs ihrer Dimensionen auf den Gang des Ofens.

Die Gestelldurchschnitte sind gewöhnlich viereckig, weil die zu Gestellsteinen passenden feuerbeständigen Steine sich leichter in dieser Form bearbeiten und zusammenfügen lassen. Hat man aber keine feuerbeständigen Steine in der Nähe, dagegen aber feuerbeständigen Thon und reinen Quarzsand (statt dessen man aber auch gebrannte Ziegelstücke oder gebrannten Thon nehmen kann), so bildet man aus beiden Substanzen ein Gemenge, sogen. Masse, und daraus das Gestell, indem man sie anfeuchtet und vorsichtig nach einer hölzernen Chablone einstampft. Solche Massegestelle lassen sich dagegen leichter in runder und halbrunder Form darstellen.

Die Gestellsteine müssen gut ausgetrocknet sein, weil sie sonst in der Hitze leicht springen und sich abblättern, und eben so wenig dürfen sie klüftig oder mit Eisenadern durchzogen sein. Die Feuerbeständigkeit der Steine mufs man aus der Erfahrung kennen; Steine mit vielem Glimmer, Eisen

und Hornblende sind unbrauchbar. Gewöhnlich erweitert sich das Gestell von unten nach oben, wo es sich an die Rast anschliefst, und die Steine müssen daher die gehörige Dossirung erhalten, indem sie genau horizontal übereinander liegen müssen. Sie müssen sehr glatte Flächen haben und genau auf einander passen, damit möglichst geringe Fugen entstehen. Die Lagerseite der Steine mufs schon deshalb nothwendig horizontal liegen, weil die Schichtung der Steine nach derselben geht und sie sich horizontal spalten lassen. Käme die Schichtung in eine senkrechte Richtung, so würden sich die Steine abschälen und schichtenweis ablösen.

Die Anzahl der zu einem Gestell erforderlichen Steine richtet sich nach dessen Höhe und nach der Gröfse der Steine. Möglichst grofse Steine sind zur Vermeidung vieler Fugen wesentlich. Deshalb stellt man auch niemals zwei Steine an einander, um die Fläche im Schmelzraum zu bilden, sondern man legt sie übereinander und stöfst sie, bei nicht gehöriger Länge, so aneinander, dafs die Fugen aufserhalb des Schmelzraums fallen.

Man unterscheidet zuvörderst das Vorder- und das Hintergestell und versteht, wenn man sich das Gestell mittels einer, durch die Formen gehenden senkrechten Ebene getheilt denkt, unter ersterm den der Arbeitsseite und unter letzterm den der Hinterseite zugekehrten Theil. Man unterscheidet aber auch das Ober- und das Untergestell, indem ersteres den Raum bedeutet, der über einer horizontalen, durch die Formen gelegten Ebene befindlich ist, und letzteres, auch Heerd genannt, den unter derselben liegenden Raum. Der unter der Brust des Ofens hervorragende Theil des Heerdes heifst der Vorheerd.

In Fig. 37. und 38. ist *AAAA* der untere Theil des Schachts, in den das Gestell eingesetzt werden soll. Zuerst legt man den Bodenstein *a* vollkommen horizontal oder mit einer geringen Neigung nach dem Abstich (um das Eisen rein ablassen zu können) auf eine Sandschicht, mittelt dann die Axenlinie des Schachts aus, mit der die des Gestelles genau zusammenfallen mufs. Ist das Gestell zu grofs, so dafs ein Bodenstein nicht reicht, so legt man zwei so genau aneinander, dafs man die Fugen nicht wahrnehmen kann. Darauf wird zuerst der Rückstein *b* aufgerichtet, und gegen denselben werden die Steine auf der Form- und Windseite gelegt. Die untersten Steine derselben nennt man die Backenstücke *c*. Dieselben müssen wo möglich so lang sein, dafs sie das ganze Untergestell begrenzen und Fugen vermieden werden; jedoch bestehen sie gewöhnlich aus zwei Stücken, weil es schwer hält, so lange Steine zu bekommen. Man hat daher bei der Zustellung gewöhnlich zwei Hinter- und zwei Vorderbacken. Die Höhe der Backensteine mufs der Entfernung der Form vom Boden gleich sein. Auf denselben liegt der Formstein *d*, in welchem die Oeffnung für die

Form eingehauen ist; ihm gegenüber liegt der Windstein *w*, der aber bei zwei Formen ebenfalls Formstein ist. Selten nur kann der Rückstein aus einem Stück bestehen, sondern gewöhnlich ist er, wie auch die Figuren zeigen, aus mehrern zusammengesetzt. Auch auf den Form- und Windstein werden dann noch Steine, sogen. Gemeinstücke *e*, gelegt, um auf diesen Seiten das ganze Gestell zu schliefsen. Die Ofenbrust wird nun auch geschlossen und zwar zuvörderst durch den Tümpelstein *f*, der gegen Wind- und Formstein auf den beiden Vorderbacken liegt, die noch 12 bis 15 Zoll nach aufserhalb unter ihm hervorragen und den Vorheerd bilden. Auf den Tümpel werden ebenfalls mehrere Gemeinstücke *g* gelegt, bis die Steine auf allen vier Seiten des Gestelles gleich hoch liegen. Der durch die Vorderbacken von dem Tümpel gebildete Raum wird beim Anblasen des Ofens, vorn durch den Wall- oder Dammstein *h* geschlossen, so dafs nur eben eine Oeffnung des Vorheerdes bleibt, durch welche man, unter dem Tümpel, zum ganzen Untergestell bis zum Rückstein gelangen kann. Der Wallstein mufs ohngefähr $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll schmäler sein, als die Weite zwischen den Backen, so dafs auf der einen Seite eine Oeffnung in der ganzen Höhe des Untergestells bleibt, die man während des Betriebes mit schwerem Gestübbe verschliefst und in welcher die Oeffnung zum Stich, d. h. zum Ablassen des Eisens und der Schlacke, gebildet wird. Da der Tümpel von allen Seiten am meisten auszuhalten hat, indem er dem Temperaturwechsel besonders ausgesetzt ist, so versieht man ihn vorn mit einer 2 bis 3 Zoll dicken eisernen Platte, dem Tümpelblech *i*, die auf dem Tümpeleisen *k* ruht. Diefs ist ein 3 Zoll in Quadrat starkes geschmiedetes Eisen, welches vorn am Fufse des Tümpels quer über die beiden Vorderbacken gelegt ist; es dient zugleich zur Widerlage beim Arbeiten mit der Brechstange im Gestell. Tümpeleisen und Tümpelblech können aber auch aus einem Stück aus Gufseisen bestehen, welches sich nach unten zu verstärkt und über der Kante des Tümpelsteins hervorragt, auch zum Schutz gegen das Wegschmelzen mit feuerfestem Thon überzogen wird. Eine solche Platte hat manche Vorzüge vor dem Tümpeleisen, welches sich leicht zieht, dann die Flamme zwischen sich und dem Tümpelblech durchläfst und nur mit Mühe ausgewechselt werden kann, welches bei der gufseisernen Platte nicht der Fall ist, obgleich dieselbe auch lange hält.

Sind die Gestellsteine auf diese Weise aufgerichtet, so füllt man die Zwischenräume zwischen deren hintern Seite und der äufsern Ofenmauer mit Sand oder kleinen Ziegelstücken etc. aus. Auf der Form- und Arbeitsseite müssen aber der Form- und Tümpelstein so weit als thunlich vermauert werden, damit sie nach aufsen eine möglichst geringe Oberfläche behalten; auch schliefsen sie sich unmittelbar an das Blas- und Arbeitsgewölbe an. — Das

durch die Gestellsteine oben gebildete Viereck wird durch die Rast *m* mit dem stehen gebliebenen Theil des Kernschachts *n* in Verbindung gesetzt.

Eine Zustellung mit doppeltem Abstich, bei welcher die Rückseite ebenfalls zur Arbeitsseite eingerichtet und mit Tümpel, Vorheerd und Wallstein versehen wird, kommt nur selten vor, ist auch, der bedeutenden Abkühlung wegen, nicht vortheilhaft zu nennen. Nur bei grofsen und weiten Holzkohlenhohöfen, welche zum Giefsereibetrieb dienen und aus denen fortwährend geschöpft werden mufs, kann eine solche Einrichtung ihr Gutes haben.*)

Müssen die Gestellräume aus sogen. Masse dargestellt werden, so bildet man dieselbe aus einem sorgfältig durchgearbeiteten und gesiebten Gemenge von feuerfestem Thon und reinem Quarzsand oder statt dessen alter feuerfester Ziegel oder gebrannten Thons von Erbsengröfse, welches so viel angefeuchtet wird, dafs es zusammenbackt. Der gröfsern Feuerbeständigkeit wegen ist ein Zusatz von Graphit zu der Masse sehr zweckmäfsig. Nach Abbruch des alten unbrauchbar gewordenen Gestelles legt man ein Stück Sandstein *A* (Fig. 39. *a*, *b*, *c*), 4 bis 5 Zoll lang, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll breit, 10 bis 14 Zoll dick, horizontal so, dafs es bis 7 Zoll vor dem künftigen Gestellraum vorragt, um darin die gufseisernen Seitenplatten *L L* (Fig. 39.), die den Vorheerd bilden sollen, einhauen und einsetzen zu können. Es dient zur Grundlage des Wallsteins und um der Masse, woraus der übrige (hintere) Theil des Bodens gestampft werden soll, Widerstand zu leisten, auch, dafs die Masse beim Anwärmen des Gestells nicht beschädigt werde. Hierauf werden die Räume dazwischen und der Hohofenmauer auf beiden Formseiten vollgemauert, um den Stein zu befestigen und die Masse fester stampfen zu können. Nun wird der alte Boden, soweit sich Eisen und Schlacke von der vorhergehenden Campagne in denselben hineingezogen hatten, ausgebrochen. Das Gute davon bleibt liegen und wird mit Thonwasser angestrichen, um es mit der neuen Masse zu vereinigen, welche 3 bis 4 Zoll hoch aufgetragen, ganz festgeschlagen und auf der Oberfläche aufgestofsen wird, wenn damit abermals eine neue Lage vereinigt und darauf festgestampft werden soll. Auf diese Weise werden drei oder vier Lagen auf einander gebracht, dabei durch Aufstofsen und Bestreichen mit Lehmwasser, auch die Vereinigung mit den bleibenden alten Seitenwänden bewirkt, überhaupt fortgefahren, bis die Massenhöhle mit der Oberfläche des Sandsteinstückes *A* gleiche Höhe hat und mit demselben bündig geworden ist. Hierauf wird nach dem Richtscheit der Boden durch Abkratzen der Erhöhungen und Ausfüllen der Vertiefungen möglichst glatt geebnet, der Mittelpunkt des Gestelles gesucht und der Umrifs der Gestellwände darauf verzeichnet.

*) Eine solche Zustellung ist beschrieben und abgebildet in Karsten's Eisenhüttenkunde, V. S. 77 und Fig. 15. und 16. Taf. XV.

Um din Heerdwände zu bilden, werden nach vorn zu zwei 18 bis 20 Zoll lange Sandsteinstücke von der Höhe des Heerdes nach den aufgerissenen gleichlaufenden Wandlinien aufgestellt, und vorn bei der Vorwand des Gestelles festgemauert. Diese Steine *c*, *c*, Fig. 39., dienen zum Festhalten der Masse, zum Schutze gegen Beschädigung beim Absticbe und Anwärmen, und um die aufstehenden gufseisernen Seitenplatten darin einhauen und festhalten zu können. Nach diesem wird ein hölzerner Kasten, um welchen der Gestellheerd gestampft wird, nach den Wandumfassungslinien, auf den Boden eingesetzt. Er besteht aus zwei Seitenstücken und einer abgerundeten Hinterseite (Fig. 39. *b*, 40. u. 41.). Die Seitenbretter sind im Innern mit festgenagelten Leisten für Einschubstücke gegen das Zusammendrücken beim Stampfen versehen. Wenn dieser Kasten (nach Fig. 39. *b*) zwischen den erwähnten Sandsteinstücken *c c* eingeschoben ist, so wird hinter ihm eine 3 bis 4 Zoll hohe Massenschicht auf den vorher aufgehauenen Boden (so wie auch gegen die alte Wand) fest eingestampft u. s. f., bis die Stampfung die 24 bis 26 Zoll hohe Kastenhöhe erreicht hat. Ist die Masse mit einem eisernen Richtscheit ganz gleich gekratzt, so wird der zweite Theil des Kastens von dieser Höhe an, in Gestalt eines hohlen Kegelstücks (*F*, Fig. 41. von aufsen, *F*, Fig. 39. von innen), etwa 18 Zoll hoch aufgesetzt. Um den Kasten leichter herausziehen zu können, ist er genau in der Mitte lothrecht in zwei Theile zertheilt und wird unten und oben durch Kreuze unter sich und mit andern Kästen darunter und darüber verbunden. Schutzleisten wirken gegen den Druck beim Einstampfen. Zur Bildung der Formöffnungen werden nach Fig. 39. *c*, wo *F* den eingesetzten runden Kasten andeutet, die Klötze *E*, *E* eingelegt und an den Kasten *F* angenagelt, auch in den gemauerten Formöffnungen, bis wohin man sie reichen läfst, festgekeilt. Nunmehr werden zwei eiserne, unten ganz ebene, oben gewölbte Platten *G*, *G*, Fig. 39. *a* und *c*, die zur Länge die obere Heerdweite erhalten, dabei mittels 2 Zoll langen Lappen (Oehren) auf den Heerdwänden aufruhen, auf den untern und neben den befestigten runden Kasten gelegt, um den Tümpel zu bilden, worauf über diesen Platten sogleich ein 6 Zoll breites Gewölbe (*H*, Fig. 39.) von feuerfesten Ziegeln gemauert wird, um diese Masse festzuhalten. Gleichzeitig müssen auch die Seitenmauern, nachdem vorher die Seitenplatten (Fig. 39. *a*) des Gestelles, welche im Sandsteinboden (*A*, Fig. 39.) eingelassen sind, und welche sich oben gegen die Tragplatte des Hohofens stützen, aufgestellt worden sind, bis unter dem Tümpeleisen in einer Höhe von 3 Zoll mit aufgeführt werden. Wo man geschmiedete Tümpeleisen anwendet, wird dieses (*K*, Fig. 38., Fig. 39. etc.) 4 Zoll im Quadrat, 6 bis 7 Zoll über die Seitenwände des Heerdes reichend, vorn gegen die feste Ziegelmauer, welche in den Steinen ausgehauen ist, um das Tüm-

peleisen darin aufzunehmen, mit steifem Thone angeschmiert, gegen die Mauer angeschoben, dann mit dem Aufmauern der Seitenwände fortgefahren, bis sie mit dem feuerfesten Gewölbe gleiche Höhe erhalten. Jetzt wird das gufseiserne Tümpelblech (*M*, Fig. 39., 39. *a*), welches genau zwischen diese Seitenmauern einpafst, mit derbem, feuerfestem Thon nach innen und seitwärts angeschmiert, auf dem Tümpeleisen aufgestellt und durch eiserne Keilchen gegen die Seitenmauern befestigt, auch nach vorn mit hölzernen Keilen versehen. In Fig. 39. *a* ist das Tümpelblech dargestellt.

Hierauf wird die untere feste Masse aufgestofsen, die alte Ziegelmauer mit Thonwasser bestrichen, frische Masse eingeschüttet, damit die Platte *G*, *G* bedeckt und festgestampft; es wird ferner mit dem Aufführen des Gewölbes von der Tümpelsteinplatte und der Seitenmauern fortgefahren, bis der Kasten *F* mit Vorsicht eingedämmt ist. Hat man endlich mit Eindämmung des dritten Kastens *N* und Aufmauerung der Seitenmauern die Höhe des Tümpelblechs (von etwa 24 Zoll) erreicht, so wird eine zweite Platte (*O*, Fig. 39. u. 39. *a*) auf die erste aufgesetzt, die breiter ist, in den Seitenmauern 5 bis 6 Zoll auf jeder Seite aufsteht und sich oberhalb gegen die Trageplatte des Hohofens anlehnt und so, gegen den Vorheerd abgedacht, das Gestell nach vorn schliefst. Neben dieser Platte und nach innen wird gänzlich ausgemauert und währenddem der oberste Kasten *P* aufgestellt und eingestampft. Nach dieser Vollendung wird auf der eingestampften Masse die Aufführung der Rast aus feuerfesten, 18 Zoll langen, vorn nach dem Winkel der Rast abgeschrägten, hinten in der Kreislinie auslaufenden, keilförmigen Ziegeln vorgenommen. Endlich werden die zusammengekuppelten Kästen gelöst und einzeln an Seilen herausgezogen und auch der untere Kasten durch Herausnahme der Steifen hervorgezogen, dann das Ganze innen nachgeputzt und mit Thonwasser überschlichtet. Um das Gestell zu schonen, giebt man aber auch zuweilen Theile des Modelles preis.

Man macht auch Gestelle theils von Steinen, theils von Masse und wendet dann zum Tümpel gern erstere an, weil dessen Bildung von Masse am schwierigsten ist.

Die Höhe des Gestelles hängt von der des Ofens ab; nur bis 20 Fufs hohe Oefen erhalten ein 4füfsiges, 24 bis 30 Fufs hohe ein 5- und $5\frac{1}{2}$füfsiges, noch höhere ein 6füfsiges Gestell; nur sehr hohe Koaksöfen erhalten wohl ein $6\frac{1}{2}$füfsiges. Je höher und enger das Gestell, je gröfser ist die Hitze und jemehr wird sie zusammengehalten; jedoch müssen die Dimensionen des Gestelles mit denen des Ofens im Veshältnifs stehen. Oefen, die zum Giefsereibetrieb dienen, die daher graues Roheisen darstellen müssen, strengflüssige Erze, schwache Gebläse und endlich leichte Kohlen, oder andererseits Koaks, erfordern eine höhere und engere Zustellung. Weifses Roheisen

kann man bei einer solchen nur bei einem rohen, wirklich mit Erz übersetzten Gange erzeugen. — Gutartige und leichtflüssige Erze und weifses Roheisen gestatten dagegen niedrige und minder enge Gestelle.

Zur Erleichterung des Einrückens der Gichten ins Gestell, und damit bei dessen Wegschmelzen die Rast nicht einstürzt, macht man dasselbe oben weiter als unten, und zwar gewöhnlich um ein Drittel, bei niedrigen Gestellen aber auch wohl nach einem geringern Verhältnifs. Je geringer dieses ist, also je enger das Gestell, desto höher wird die Temperatur des Schmelzraums und desto grauer wird, bei gleichen Verhältnissen des Erzes zu den Kohlen, das Roheisen ausfallen. Weite Gestelle und starke Dossirung derselben eignen sich mehr bei der Anwendung von zwei und drei Formen, sie geben weniger zu Versetzungen Veranlassung, jedoch ist man bei denselben desto weniger im Stande, das Roheisen einer so concentrirten Hitze auszusetzen, dafs es nach dem Erstarren grau bleibt. Uebrigens kann es keinen Zweck haben, sich ängstlich an gewisse Gestell-Dimensionen zu halten, wenn man erwägt, dafs dasselbe schon in den ersten Betriebswochen wesentliche Veränderungen in den Weite-Dimensionen erleidet. Wahr aber bleibt es, dafs die engste Zustellung bei kaltem Winde deshalb die vortheilhafteste bleibt, weil das Brennmaterial dabei am meisten zusammengehalten wird; ferner, dafs die Erzeugung eines gehörigen, einem jeden Brennmaterial angemessenen Hitzgrades, besonders aber die, durch eine zweckmäfsige Construktion des Ofens von der Form bis zur Gicht herbeigeführte vollständige Benutzung der entwickelten Hitze, so wie das allmählige Niedergehen der Schmelzschichten in immer stärker erhitzte Räume, die eigentlichen und wahren Bedingungen zu einem günstigen Betriebe des Ofens sind.

Bei den Bestimmungen der Höhe und der Weite der Gestelle wird man sich daher vorzüglich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, nach der Menge und Pressung des Windes, nach der Anzahl der Formen und nach der Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens richten müssen. Kohlen aus weichem, besonders aus überständigem, raupenfräfsigem und durch weites Verflöfsen stark ausgelaugtem Holze, die nur eine geringe Hitze entwickeln, ferner schwer entzündliche Koaks aus Sand- und Sinterkohlen und endlich anthracitartige Steinkohlen, erfordern durchaus engere und höhere Gestelle, als Kohlen aus festen und harten Holzarten und Koaks aus guten Sinterkohlen, die in Backkohlen übergehen. Unter den erstern der gedachten Bedingungen können die Gestelle nur bei bedeutenden Windmengen und bei zwei oder drei Formen niedriger und weiter gemacht werden.

Weifses gaares, oder bei vollständiger Reduction des Erzes erzeugtes Roheisen, läfst sich bei sehr engen und hohen Gestellen kaum darstellen, eben so wenig wie es gelingen wird, graues Roheisen bei sehr weiten und

niedrigen Zustellungen zu erzeugen, sobald die Kohlen die volle Wirkung thun. Der Gaargang eines Ofens und die stets damit verbundene vollständige Reduction des Eisens hängt von den Dimensionen des Gestelles allein nicht ab, sondern sie wird durch die Temperatur im Ofen überhaupt, also vorzüglich durch das Verhältnifs der Beschickung zu den Kohlen bestimmt. Höhe und Weite des Schachtes, gegenseitiges Verhältnifs dieser Dimensionen, die Menge des zugeführten Windes und die dabei einwirkenden Umstände üben ebenfalls einen wesentlichen Einflufs aus. Stehen Höhe und Weite des Schachtes, so wie die Windmenge in einem so richtigen Verhältnifs zu einander, dafs dadurch die gröfste Wirkung des Brennmaterials erwartet werden darf, so wird die im Gestell entwickelte Hitze hauptsächlich auf das schon gebildete und von der Schlacke noch nicht geschiedene Roheisen gerichtet sein. Ist aber die Erzreduction in dem Augenblick, wo die Schichten in den Schmelzraum treten, noch nicht vollständig erfolgt, so wird sie im Gestell nur sehr unvollkommen fortgesetzt werden. Es werden sich in der schnell steigenden hohen Temperatur Silicate bilden und die unvollständig vorbereiteten und reducirten Erze werden sich der Reduction entziehen. Bei einem Rohgange, d. h. bei einer niedrigen Temperatur des Ofens und bei unvollständiger Reduction, werden daher die höhern Gestelle keinen Vorzug vor den niedrigern haben, sondern sie werden eben so leicht als diese ein Kaltblasen, d. h. ein Ansetzen der halbgeschmolzenen Massen veranlassen. Waren dagegen die Erze, ehe sie den Schmelzraum erreicht haben, vollständig reducirt, so folgt dort zuerst die Scheidung des Roheisens von der Schlacke durch den Uebergang in den flüssigen Zustand. Bleiben Schlacke und Eisen nicht lange in der concentrirten Schmelzhitze, so behält das Eisen seinen ganzen Kohlegehalt. Je nachdem das Gestell enger oder weiter, je nachdem die Beschickung mehr oder weniger vollständig vorbereitet in den Schmelzraum gelangt, und je nachdem durch die angewendete Beschickung eine leicht- oder strengflüssige Schlacke gebildet wird, erfolgt gaares weifses (spiegeliges) oder graues Roheisen. Bleibt die geschmolzene Masse aber bei hohen Gestellen lange in concentrirter Hitze, so erfolgt stets ein sehr graues, weniger Kohle, aber viel Silicium und Mangan enthaltendes Roheisen, welches nur für den Giefsereibetrieb, besonders wenn es dazu umgeschmolzen wird, recht zweckmäfsig ist. Hohe Obergestelle haben daher nur dann den Vorzug vor den niedrigen, wenn man strengflüssiges graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt darstellen will, wogegen eine enge Zustellung vor der Form, verbunden mit einem niedrigen, oder vielmehr mit einem sich allmählig in die Rost verlaufenden, nicht engen Obergestell, stets dann das Zweckmäfsigste ist, wenn zu verfrischendes Roheisen erblasen werden soll. Bei Oefen ohne Obergestell ist der Schmelzraum sehr beschränkt und man mufs

daher, um das Erz nicht ungeschieden von der Form kommen zu lassen, den Erzsatz etwas schwächer einrichten, als unter gleichen Umständen bei Oefen mit Obergestell, besonders wenn graues Roheisen producirt werden soll.

Es mufs aber auch der Einflufs des längern Verweilens der Schmelzmasse in der concentrirtern Hitze der Oefen mit hohen Obergestellen auf die Beschaffenheit des zu erzeugenden Roheisens berücksichtigt werden. Graues Roheisen enthält mehr Mangan und Silicium als weifses aus derselben Beschickung, indem jenes länger in starker Hitze mit der Schlacke in Verbindung geblieben ist und aus derselben jene, auf seine Beschaffenheit ungünstig einwirkenden Bestandtheile reducirt hat. In den Oefen ohne Obergestell wird aber das Roheisen der Einwirkung einer starken Hitze möglichst bald entzogen, weshalb diese demnach bei der Erzeugung von Roheisen zum Frischhüttenbetriebe, bei dem schädliche Bestandtheile möglichst vermieden werden müssen, den Vorzug haben. Aus demselben Grunde, nämlich weil sich in einer niedrigen Temperatur Manganoxydul und Kieselerde nicht reduciren, ist auch das bei dem Stückofenbetriebe und bei der Lupperfrischarbeit erfolgende Eisen das beste. Daher ist luckiges Flofs reiner als blumige Flossen und als Spiegelflofs, und diese enthalten wiederum weniger Silicium als das graue Roheisen, bei welchem der Gehalt an dieser Substanz zunimmt und der der Kohle (Graphit) in demselben Verhältnifs abnimmt, als das graue Roheisen nach erfolgter Bildung länger mit der Schlackenmasse in einer concentrirten Hitze verweilt. Auf Gufswaaren hat dagegen der Siliciumgehalt kaum Einflufs, wohl aber der gröfsere oder geringere Kohlegehalt auf die Schmelzbarkeit des Roheisens, weshalb das graue, an Kohlenstoff ärmere, bei hohen Obergestellen erblasene Roheisen weit strengflüssiger ist, als das graue bei niedrigen oder ohne Obergestell erzeugte.

Die Breite des Gestells nennt man die Weite zwischen Form- und Windstein, seine Länge die Entfernung vom Rück- zum Tümpelstein. Gewöhnlich ist das Gestell, um den Tümpel mehr zu schonen, etwas länger als breiter. Weil aber dadurch verschiedene Neigungswinkel der Rast entstehen, die einen unregelmäfsigen Gichtengang veranlassen können, so ist es besser, Länge und Breite gleich zu machen und den Tümpel in der Formhöhe weiter aus der Mitte des Schachtes und des Gestelles zurückzulegen, so dafs die Entfernung vom Rückstein bis zum Gestell- oder Schachtmittel geringer wird, als die von der eben genannten Mitte bis zum Tümpel.

Den Wind erhält der Ofen durch die im Formstein liegende Form, die aus Thon, Eisen und Kupfer bestehen kann. Erstere sind die unvollkommensten und werden nur bei niedrigen Oefen angewendet; eiserne werden auch weniger häufig gebraucht, da sie sich nicht verengen und erweitern lassen, welches bei den kupfernen Formen der Fall ist. Man unter-

scheidet bei der Form Blatt, Busen und Rüssel, und versteht unter ersterm die Grundfläche, auf welcher die Form liegt und welche gewöhnlich platt ist, unter dem Busen die obere Wölbung und unter dem Rüssel den vordern Theil, den man dicker macht, um das Wegbrennen zu verhüten. Die Oeffnung im Rüssel, durch welche der Wind in den Ofen strömt, heifst die Mündung, das Auge oder die Formöffnung, welche kreis- oder halbrund oder viereckig etc. ist. Sie mufs die Gestalt der Düsenöffnung haben, und nur bei mehrern Düsen ist sie gleichgültig, mufs aber stets so eingerichtet sein, dafs nicht zuviel Luft zwischen den Düsen- und der Formöffnung verloren geht. Bei schwachen Gebläsen, welche die Form nicht sehr abkühlen, ist es, um deren Abschmelzen zu verhüten, rathsam, die Oeffnung derselben etwas enger, als die der Düse zu machen und bei starkem Gebläse etwas weiter. Bei der Anwendung stark erhitzten Windes mufs man, wie schon weiter oben bemerkt ist, die Form durch Wasser abkühlen.

Die Höhe der Form über dem Boden des Ofens richtet sich nach der Gestellhöhe. Bei höhern beträgt sie 18, bei Koaksöfen 22 bis 23, bei niedrigen Gestellen, die dann auch nicht viel Eisen halten können, oft nur 12 bis 14 Zoll. Holzkohlenöfen müssen immer eine 4 bis 5 Zoll niedriger liegende Form erhalten, weil das Eisen weniger stark erhitzt ist, als das bei Koaks erblasene, also bei längerer Ansammlung früher matt gemacht werden würde, und weil der Druck der Schmelzmasse und die Heftigkeit des Gebläses nicht so grofs sind, folglich das Eisen nicht so sehr nach dem Vorheerd getrieben wird, und nicht so leicht eine Entblöfsung des Eisens von der Schlacke zu befürchten ist. Eine sehr niedrig liegende Form bewirkt leicht ein Kochen und Schäumen der Schlacke, bei sonst gutem Gange des Ofens.

Am zweckmäfsigsten ist es, besonders da, wo nur mit einer Form geblasen wird, dieselbe in die Kernlinie des Gestells zu legen; allein da der Wind stets da einen Ausweg suchen wird, wo er den geringsten Widerstand findet, so pflegt der Strom mehr nach dem Tümpel als nach dem Rückstein gerichtet zu sein, weshalb man die Form, besonders bei den einen heftigen Wind erfordernden Koakshohöfen, 1 bis 2 Zoll nach dem Rückstein legt, sie auch wohl um 5 bis 8 Grad horizontaler Abweichung nach hinten richtet, um den Windstrom gleichmäfsiger im Gestell zu vertheilen. Zu denselben Mitteln greift man auch wohl, wenn der Tümpel zu sehr weggeschmolzen ist. Eine Abweichung in senkrechter Richtung oder ein Stechen der Form ist ganz zwecklos, wenn man nicht etwa einen besondern Zweck erreichen, z. B. das im Heerde befindliche graue Roheisen in weifses umändern will.

Zwei gegenüberliegende, und bei grofsen Gestellen auch noch eine dritte Form an der Rückseite, sind weit zweckmäfsiger, als vielen Wind durch

eine Form mit zu grofser Geschwindigkeit einströmen zu lassen. — Ein Zurücklegen der Form, um ihr Wegschmelzen zu verhüten, wenn das Gestell zu s hr ausgeschmolzen, ist immer mit Nachtheilen für den Betrieb verbunden, weshalb es zweckmäfsiger ist, die Form durch eine künstliche Decke von Lehm, oder durch Ansatz von Frischeisen, den man herbeizuführen sucht, zu schützen, wenn ein Umformen, d. h. Auswechseln der Form erforderlich ist. — Die Düse legt man höchstens 3 Zoll in der Form zurück, bei schwachem Gebläse weniger als bei starkem.

Den Tümpel legt man am zweckmäfsigsten in gleicher Höhe mit der Form; nur bei leicht reducirbaren und wenig Schlacke gebenden Erzen kann man ihn etwas mehr senken und die Brust dadurch mehr schliefsen. Ein Höherlegen ist tadelnswerth, wenn dann der Wind zu leicht aus dem Tümpel entweichen und der Ofen dadurch mehr abgekühlt wird.

Die gröfsere oder geringere Stärke des Tümpels, wodurch die Länge des Vorheerdes mit bestimmt wird, beträgt 20 bis 30 Zoll und richtet sich hauptsächlich nach der Heizkraft des Ofens, d. h. nach der Beschaffenheit und Menge der Kohlen, die in einer gewissen Zeit verbrannt werden. Je stärker der Hitzgrad ist, desto stärker kann auch der Tümpel sein, weil alsdann Eisen und Schlacke im Vorheerd leichter flüssig erhalten werden können. Ein starker Tümpel verdient den Vorzug vor dem schwachen, weil er weniger leicht wegschmilzt.

Die Höhe des Wallsteins richtet sich nach der Form; wo die letztern niedrig liegen, so wie da, wo keine zähe schmierige Schlacke erfolgt, macht man jenen genau eben so hoch. Bei zäher Schlacke aber, um dieselbe besser abfliefsen zu lassen, so wie um mit der Brechstange vom Vorheerde aus zur Form gelangen zu können, legt man den Wallstein 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll niedriger als diese, welches man auch überall dann thun mufs, wenn die Schlacke von selbst abfliefsen soll. — Die nach dem Heerde zugekehrte Seite des Wallsteins läuft am zweckmäfsigsten schräg ab, wie Fig. 37. zeigt. — Die Entfernung des Tümpelsteins von der obern Kante des Wallsteins beträgt bei den gröfsern Gestellen 12 bis 14 und bei den kleineren 8 bis 10 Zoll. Ist durch unreine und schwer entzündbare Koaks die Abkühlung des Vorheerdes zu befürchten, so mufs der Boden desselben durch Verlängerung des Wallsteins auf der nach jenem gerichteten Seite möglichst beengt werden. Auch das Aufbrechen des Heerdes nach dem Abstechen wird dadurch erleichtert.

Die äufsere Seite des Wallsteins wird mit einer gufseisernen Platte (Schlackenplatte *r*, Fig. 37.) belegt, in der sich oben eine Ausrundung zum Ablaufen der Schlacke (wo dies der Fall ist) und in der nach dem Abstich gekehrten Seite einige Löcher dun Leisten zum Einsetzen des Lei-

stenblechs *s* befinden. Zwischen demselben und der Pfeilermauer des Arbeitsgewölbes wird der sogenannte Leisten- oder Masselgraben, oder ein aus Sand geformtes Gerinne zubereitet, welches mit dem tiefsten Punkt des Abstichs in Verbindung steht und das abzulassende Eisen in die Sandformen u. s. f. leitet.

Der offenbleibende Raum zwischen Tümpel- und Wallstein ist das Charakteristische der Zustellung mit offener Brust; denn wenn der Tümpelstein bis zur Sohle hinabreichte, so würde daraus eine Zustellung mit geschlossener Brust hervorgehen. Jene ist da, wo ein häufiges Arbeiten im Gestell erforderlich ist, nicht zu entbehren. Bei Holzkohlenhohöfen, die zum Giefsereibetrieb dienen, hat aber die offene Brust noch den Zweck, das im Heerde angesammelte Roheisen mittelst Giefskellen aus dem Ofen zu nehmen und zu den Formen zu bringen. Weil jedoch mit diesem Verfahren stets ein Eisenverlust verbunden ist, so hat man andere Methoden angewendet, um die Schlackendecke über dem geschmolzenen Roheisen nicht entfernen zu dürfen. Ein sehr einfaches Verfahren besteht darin, den Vorheerd nicht mit einem Wallstein, sondern mit einer senkrechten Wand zu schliefsen, die mit in verschiedenen Höhen angebrachten Oeffnungen zum Ablassen des Eisens versehen ist; durch eiserne Verankerungen und dadurch, dafs man die Abstichöffnung äufserlich mit einer gufseisernen Platte verbindet. Die scharfen Ecken im Vorheerde zwischen den Vorderbacken und der Vorwand dämmt man mit feuerfestem Thon aus, um das Mattwerden und Erstarren des Roheisens im Heerde zu verhindern. Sowohl bei dieser als bei einer andern Vorrichtung dieser Art wird das Roheisen durch die Abstichöffnungen aus dem Vorheerd abgelassen. *)

Man wendet aber auch noch, und zwar weit allgemeiner und zweckmäfsiger, eine andere Methode zum Herausnehmen des flüssigen Roheisens aus dem Gestell an, indem man den Vorheerd durch eine am Boden desselben angebrachte communicirende Oeffnung mit einem Tiegel oder Schöpfheerd in Verbindung setzt. In demselben, der aus feuerfesten Ziegeln, oder aus einem hinlänglich geräumigen feuerfesten Thontiegel bestehen kann, steigt das Eisen eben so hoch, als im Vorheerde, so dafs dieser ganz ungestört bleibt, wenn jenes zum Gufs aus dem Ofen genommen werden soll. Der Schöpfheerd darf nicht zu weit zurück, er darf aber auch nicht zu weit nach vorn liegen, weil im erstern Falle der Vorheerd zu sehr beschränkt und im zweiten die Verbindungsröhre zwischen diesem und dem Schöpf-

*) Die erste dieser Vorrichtungen ist beschrieben und abgebildet in Karsten's Eisenhüttenkunde Bd. V. S. 88 etc. und Fig. 7 — 9 Taf. XVII.; die zweite das. S. 104 etc. und Fig. 4 — 8 Taf. XX.

heerde nicht offen zu erhalten wäre, indem erstarrendes Roheisen die Verbindung bald aufheben würde. *) Wir kommen im nächsten Abschnitt auf diese Vorrichtungen spezieller zurück.

Schächte und Einfluſs von deren Dimensionen auf den Gang des Ofens.

Obgleich die richtigste chemische Zusammensetzung der Beschickung diejenige ist, bei welcher sich das Roheisen von der Schlacke in der niedrigsten Temperatur trennt, weil dabei die beste Brennmaterialbenutzung stattfindet, so hängt doch das Verhältniſs desselben zur Beschickung nicht allein von der chemischen Zusammensetzung ab. Denn es würde sonst, wenn diese und die Beschaffenheit des Brennmaterials gleich blieben, in jedem Schachtofen dasselbe Verhältniſs der Kohle zur Beschickung erforderlich sein, um gleichen Erfolg hervorzubringen. Jedoch ist dies durchaus nicht der Fall. Bei der Reduction und Schmelzung in Schachtöfen werden Brennmaterial und Beschickung abwechselnd schichtenweis aufgegeben und sinken so nach und nach nieder; indem durch ein Vermengen beider die Hitze sich sehr unregelmäſsig verbreiten und die Verbreitung von zufälligen Umständen abhängen würde. Auch die Reduction würde durch solche Vermengung nicht gefördert werden, indem sie nur auf die Oberfläche der Körper eingeleitet zu werden braucht, um sich bis in das Innere fortzupflanzen, ohne daſs dort eine unmittelbare Berührung mit dem reducirenden Körper nothwendig ist. Das gleichmäſsige Niedersinken der Schichten von der Gicht bis zur Form, welches man einen guten Gang des Ofens nennt, wird von der regelmäſsigen Zunahme der Temperatur in derselben Richtung veranlaſst; denn verbreitet sich die Hitze durch irgend eine Veranlassung unregelmäſsig, so entsteht das sogenannte Hängenbleiben oder das Kippen der Schichten (Gichten). Mit der Gröſse des Schachtes wächst auch die Gefahr des Erstickens, indem die nicht hinreichend zu erhitzenden Massen zu erstarren anfangen und das regelmäſsige Niedergehen des Brennmaterials in den Schmelzraum und folglich die Entwicklung und Verbreitung der Hitze verhindern. Da die ganze Sauerstoffmenge der durch die Form in den Ofen strömenden atmosphärischen Luft ohne allen Zweifel durch diejenige Kohlengicht absorbirt wird, welche sich gerade im Schmelzraum vor der Form befindet, so würden die nächst folgenden Gichten nur durch die sich als das Resultat des Verbrennungsprozesses entwickelnden und zuletzt durch die Gicht entweichenden Gase erhitzt werden. Es hängt daher von

*) Beschrieben und abgebildet in Karsten's Eisenhüttenkunde V. S. 76 und Taf. XV. Fig. 13 und 14.

dem Temperaturgrade vor der Form ab, ob das glühende Gas so viel Hitze absetzen kann, dafs die Reduction in den über dem Schmelzraum befindlichen Schichten mehr oder weniger vollkommen erfolge. Je niedriger diese Reductions-Temperatur sein kann, desto geringer braucht auch nur die Hitzeentwicklung vor der Form zu sein. Die im Schmelzraum sich entwickelnden glühenden Gasarten sind es daher, welche die Reduction der Beschickung bewirken und die Schmelzung derselben vorbereiten.

Die vollständige Benutzung der Hitze der glühenden Gasarten hängt von der Höhe des Schachtes ab, und in hohen Oefen kann auch der Erzsatz, bei übrigens gleichen Umständen, höher sein, als in niedrigen. Jedoch hat die Höhe ihre Grenzen, da eine zu hohe Schmelzsäule einen zu starken Druck veranlafst und das Ausströmen der Gasarten verzögert, so dafs der obere Theil des Schachts zu wenig erhitzt wird. Die vortheilhafteste Höhe eines Ofenschachts wird daher die sein, bei welcher der Schacht von der Gicht bis zur Form gleichmäfsig zunehmend erhitzt wird und die Gase noch frei aus der Gicht ausströmen können. Ein grofser Druck der Schmelzsäule wirkt auch dadurch nachtheilig, dafs die Gase zu lange im Schmelzraume verweilen, den Verbrennungsprozefs verzögern, Veranlassung geben, dafs ein Theil des Windes unbenutzt bleibt (sich verschlägt) und ohnerachtet eines starken Kohlensatzes eine Temperaturverminderung veranlafst.

Welche Schachthöhe im Allgemeinen die zweckmäfsigste ist, darüber läfst sich kein allgemein gültiges Urtheil fällen, sondern es läfst sich nur Folgendes sagen: Bei gleichen Windmengen wird man die Schächte vortheilhaft erhöhen können, wenn die Kohlen so fest sind, dafs sie durch den Druck der Schmelzsäule nicht zertrümmert werden, und wenn die Beschickung, ehe sie flüssig wird, die Masse so locker macht, dafs die Gase, nachdem sie einen grofsen Theil der Wärme abgesetzt haben, aus der Gicht entweichen können. Dagegen mufs man aber den Schacht bei gleichen Windmengen niedriger machen, wenn man kleinere und leicht zerdrückbare Kohlen und erdige, mulmige Erze anwenden soll, indem alsdann die Schmelzmasse so dicht ist, dafs derselbe Erfolg, wie bei einem starken Druck der Schmelzsäule, stattfindet. In Beziehung auf die Schachthöhe kann aber auch die Geschwindigkeit des Windes dessen Menge ersetzen; man wird demnach die Schächte erhöhen, folglich die Kohlen vortheilhafter benutzen können, wenn man die Geschwindigkeit derselben Windmenge vergröfsert. Bei übrigens gleichen Umständen veranlassen zwar weitere Düsen oder ein Wind von geringerer Pressung eine schnellere Schmelzung oder einen häufigeren Gichtenwechsel, jedoch mit schlechterer Benutzung des Brennmaterials. Bei einem dichtern Winde erfolgt nämlich die Verbrennung lebhafter und es werden die sich entwickelnden Gasarten in eine höhere Glühhitze versetzt, wo-

gegen bei einem minder geprefsten Winde die Kohlen zum Theil unter den Windstrom rollen und ohne starke Hitzeentwicklung verglühen, die von dem Windstrome selbst ergriffenen aber mit geringerer Lebhaftigkeit verbrennen und das Gas folglich schwächer erhitzen, so dafs diefs weniger Hitze an die Schmelzsäule absetzen kann; obwohl die bis jetzt durch die Erfahrung ermittelten und weiter oben angegebenen Windpressungen bei den verschiedenen Kohlensorten sicher nur die Minima sind, bei denen man noch guten Erfolg erwarten darf. Eine stärkere Windpressung erfordert weit mehr bewegende Kraft, die man, wenn sie vorhanden, lieber zur Vermehrung des Windes verwendet. Es wird dadurch der Gichtenwechsel befördert, so wie durch das Verbrennen grofser Brennmaterialmengen mehr Hitze entwickelt wird, wodurch die höhere Temperatur bei einer lebhaften Verbrennung geringerer Quantitäten von Brennstoff wieder ersetzt wird.

Da die höchste Temperatur vor der Form herrscht, so hat der Luftstrom nur einen beschränkten Wirkungskreis, über welchen hinaus die verlangte Leistung nicht mehr erreicht wird. Deshalb veranlassen weite Schmelzräume einen gröfsern Kohlenaufwand als enge, und deshalb können bei letztern die Schächte eher erhöht werden, welches bei weiten oft nachtheilig ist, indem sich die Hitze ungleich vertheilt und ein Hohlblasen veranlafst, woraus ein Hängenbleiben und Kippen der Gichten erfolgt. Ein treffliches Mittel gegen diese Nachtheile besteht darin, den Wind durch mehrere Formen einzuführen und zu vertheilen.

Darf man aus den oben angegebenen Gründen den Schacht nicht recht hoch machen, so kann man ihn doch ohne alle Nachtheile erweitern, wodurch den glühenden Gasen die Hitze ebenfalls entzogen wird. Es mufs dann aber der Schacht sogleich von der Form ab erweitert werden, so dafs die Formhöhe selbst immer der eigentliche Schmelzpunkt bleibt, oder man macht das Obergestell sehr weit. Bei kleinen Erzen, leichten Kohlen, so wie geringem und wenig geprefstem Wind, mufs die Höhe des Ofens durch eine gröfsere Weite ersetzt sein; der Kohlensack mufs, um die Glühhitze der aus dem Schmelzraum aufsteigenden Gase vortheilhaft benutzen zu können, dem letztern so nahe als möglich liegen. Die Verbindung zwischen beiden wird durch die Rasten bewirkt; sind dieselben flach, so veranlassen sie leicht das Ansetzen halbgeschmolzener Massen, durch welche ein unregelmäfsiger Gichtengang entsteht; auch veranlassen sie einen gröfseren Brennmaterialsaufwand, weil die Kohlen auf den flachen Flächen ohne Effect verglimmen. Sind die Rasten dagegen zu steil, so hindern sie das Aufsteigen der Gase aus dem Schmelzraum und drücken den Wind in das Gestell, weil die Schmelzsäule nicht gehörig getragen wird. Ein Neigungswinkel der

Rasten von 55 bis 60 Graden für Holzkohlen- und von 66 Gr. für Koakshohöfen, scheint die zweckmäfsigste Neigung zu sein. —

Die Weite des Kohlensacks beträgt bei niedrigen Schächten ohne Nachtheil $\frac{2}{5}$ und bei hohen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Schachthöhe. — Was nun die relative Weite der Gicht zu der des Kohlensacks betrifft, so ist bei weiten Gichten der Druck der Schmelzsäule stärker, weil die schwerern Erzgichten die leichtern Kohlengichten nicht seitwärts drücken und den Gasen keine Gelegenheit darbieten können, in der Nähe der Schachtperipherie in die Höhe zu steigen. Weite Gichten gestatten daher eine vortheilhaftere Benutzung des Brennmaterials, weil die aufsteigenden glühenden Gase die Schmelzsäule gleichmäfsiger durchdringen und weniger Kohlen wirkungslos verbrennen; allein es müssen dann schwere, feste und grobe Kohlen, so wie locker liegende Erze und starke Gebläse angewendet werden können. Bei leichten Kohlen, dicht liegenden mulmigen und erdigen Erzen und schwachen Gebläsen lassen sich dagegen die Nachtheile enger Gichten nicht vermeiden, indem sie als Essen wirken und das Aufsteigen des Gase, durch Seitwärtsdrücken der Kohlen mittelst der Gase, befördern. Am zweckmäfsigsten ist aber ein mittleres Verhältnifs der Gicht zum Kohlensack von 5 : 12 bei hohen und von 4 : 7 bei niedrigen Schächten.

Scharfe Winkel, welche die Rast mit dem Kernschacht bilden, müssen sorgfältig vermieden werden, damit die Gichten beim Niedergehen keinen Widerstand finden. — Uebrigens mufs noch bemerkt werden, dafs die allgemeine Durchschnittsform der Schächte der Kreis ist; indem derselbe den Bedingungen einer gleichen Vertheilung des im Schacht aufsteigenden Luftstroms am besten entspricht, zugleich die gröfste Fläche darbietet und sich runde Kernschächte am leichtesten und dauerhaftesten einsetzen lassen.

Vergleicht man die hier entwickelten Grundsätze über die Schacht- und Gestell-Construction mit den auf den Hütten verschiedener Länder und Gegenden angewendeten, so ergeben sich mehr oder weniger bedeutende Abweichungen. Dieselben rühren theils von der Beschaffenheit der Erze und des Brennmaterials, theils von dem Umfang des Betriebes her, wodurch nicht selten die Gröfse der Oefen bestimmt wird; theils von dem Zweck, zu welchem das Produkt bestimmt ist; endlich auch von fortgeerbten Einrichtungen. In manchen Gegenden giebt man den Blau-, in andern den Hohöfen den Vorzug; an einigen Orten haben jene ein Obergestell, an andern hält man es für zweckmäfsiger, diese ohne dasselbe zu lassen. Im südlichen Deutschland und in Schweden verwirft man das Obergestell, dort bei den Blau- und hier bei den Hohöfen, wogegen im nördlichen und westlichen Deutschland, in Frankreich und England Oefen ohne Obergestell und mit geschlossener Brust selten sind. Bei den Oefen ohne Obergestell ist die

Schachtconstruction überall ziemlich übereinstimmend. Den Kohlensack bringt man in sehr verschiedener Höhe über dem Gestell an, und eben so verschiedenartig ist auch die ganze Höhe der Oefen. Manche macht man nicht über 20 Fufs hoch, weil man bei einer gröfsern Höhe schon ein schlechtes Produkt darzustellen fürchtet, wogegen man andern eine Höhe von 35 bis 40 Fufs zutheilt, um das Brennmaterial vortheilhafter benutzen zu können. In andern Gegenden sieht man 28 bis 30 Fufs als die Normalhöhe eines Holzkohlenhohofens an. Noch bedeutender sind die Abweichungen in der Weite des Kohlensacks und in der Construction des Gestelles. Bei Koaks sind Hohöfen ohne Obergestell selten.

Wir werden nun in dem Folgenden mit Hülfe von Abbildungen einige Beispiele von Hohöfen aufstellen, müssen jedoch wegen weitern Studiums dieses wichtigen Gegenstandes auf die reichhaltigen Atlasse der Werke von Karsten und Walter verweisen, in denen eine Menge der verschiedenartigsten Hohöfen nach grofsem Maafsstabe und in den besten Werkzeichnungen dargestellt worden sind.

Fig. 43 ist ein senkrechter Durchschnitt durch die beiden Formen und Fig. 44 ein horizontaler Durchschnitt des Hohofens auf der Creuzburger Hütte in Oberschlesien, welcher Sphärosiderite bei Holzkohlen verschmilzt. Er ist in neuerer Zeit und sehr zweckmäfsig, auf gleiche Weise wie die meisten Hohöfen in Norddeutschland, erbauet. Die Zustellung besteht aus Masse und ist auf die oben beschriebene Weise eingerichtet. In dem massiven Fundament ist eine 39 Zoll hohe Röhre durchgeführt, welche die mit dem Gebläse communicirenden und zu beiden Blasegewölben führenden Windleitungsröhren aufnimmt, und welche zugleich als Hauptabzugskanal für die Feuchtigkeit dient. Wegen der örtlichen Beschaffenheit hat zu Creuzburg das massive Fundament noch $8\frac{3}{4}$ Fufs unter der Röhre fortgeführt und auf eingerammtes Pfahlwerk gelegt werden müssen. Auf den Abbildungen bezeichnen: *a* den Wallstein; *c* die beiden Vorderbacken, sämmtlich aus Sandstein; *d* die Thonmasse für das Gestell; *g* eine Mauerung von gewöhnlichen Ziegeln für den Rauchschacht und zur Ausfüllung des Gestellraums; *h* das Schachtfutter und die Rast aus feuerfesten Ziegelsteinen. Das Futter ist nicht unmittelbar mit der Rauchmauer verbunden, sondern von derselben durch einen $1\frac{1}{2}$ Zoll weiten offenen Raum *m* getrennt; *i* eine Ausfüllung von zerschlagenen Ziegeln und von Sand; *k* Kanäle zur Ableitung der Feuchtigkeit; *l* Sandschicht zur Unterlage für die Gestellmasse; *n* Abstichöffnung; *o* Damm von Sand zur Verschliefsung derselben.

Fig. 45 ist das Längenprofil von dem Hohofen zu Königshütte bei Lauterberg am Harze, der zugleich eine allgemeine Vorstellung von der Gestalt der Harzer Hohofenschächte giebt. Die Dimensionen sind in die

Zeichnung eingetragen. Er verschmilzt Roth- und weniger Brauneisenstein bei harten Holzkohlen. Sehr flache Rasten, also ein nahe am Schmelzraum liegender Kohlensack, enge und hohe Gestelle, so wie weite Gichten, sind das Eigenthümliche der Harzer Oefen.

Fig. 46 und 47 sind die Längenprofile eines schwedischen Hohofens, von denen das eine durch die (offene) Vorwand und Rückseite und das andere durch die Form- und Windseite genommen ist; es ist diefs mit unbedeutenden Abweichungen die allgemeine Form der Hohöfen in Schweden. Die Dimensionen sind eingezeichnet. Das Längenprofil wird vom Kohlensack bis zur Gicht durch ganz gerade Linien gebildet, aber mit dem Schmelzraum, in der Höhe der Form, verbindet man den Kohlensack durch eine Curve, deren Krümmung nicht auf allen Seiten des Ofens gleich grofs ist und auf deren Gestalt man einen grofsen Werth legt. Auch wird der Kohlensack bald etwas mehr, bald etwas weniger vom Bodenstein entfernt. Die Anwendung von mehreren Formen ist in Schweden noch nicht eingeführt, allein man giebt denselben fast immer eine geringe Neigung in den Heerd, welche bis zu 5 Graden steigt, wenn das Roheisen zum Geschützgufs bestimmt ist. Das Untergestell erhält von der Formseite bis zum Boden eine kleine, obgleich unbedeutende Dossirung, so dafs die Weite desselben von der Form- zur Rückseite auf dem Boden 23 Zoll und in der Formhöhe 24 Zoll beträgt. Ein Obergestell ist nur auf der Formseite vorhanden, und dort etwa 12 Zoll hoch.

Fig. 48 und 49 stellen einen von den vier Hohöfen auf der Königshütte in Oberschlesien dar. Dort werden ockrige Brauneisensteine bei Koaks und Sinterkohlen verschmolzen, um Roheisen für die Frischhütten zu liefern. Fig. 48 ist der Grundrifs im Niveau der Formen oder im Durchschnitt nach der Linie *E F* Fig. 49; Fig. 49 ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie *A B* des Grundrisses oder durch die hintere Form und den Tümpel. Der Ofen wird mit drei Formen betrieben, hat eine in der obern Hälfte runde, in der untern achteckige Rauhmauer. Ueber der Gichtöffnung liegt die Schienenstrafse, auf welcher die Erz- und Kohlenwagen über den Schacht geschoben und dann entleert werden. Man hat dem Ofen ein dreifaches Futter gegeben, von denen aber neuerlich das innere weggefallen ist, um den Ofen weiter zu machen. Die Verankerung der Rauhmauer besteht theils (oben) aus schmiedeeisernen Reifen, theils (unten) aus schmiedeeisernen Ankern, welche durch die Mauerung gelegt sind. Auf den Zeichnungen bedeuten: *a* Abzugskanäle für die Feuchtigkeit; *b* Sandschicht zur Unterlage für den Boden des Gestelles; *c* ein Stück Bodenstein; *d* Massengestell; *e* Wallstein; *f* Wallsteinplatte; *g* Schlackenplatte; *h* Schlackenleiste; *i* Tümpeleisen von Schmiedeeisen; *k* Tümpelblech oder gufseiserne Platte zur Ver-

wahrung des Tümpels; *l* Mauerwerk von feuerfesten Ziegeln; *m* Futtermauern von feuerfesten Ziegeln; *n* Hinterfüllung von zerschlagenen gewöhnlichen Ziegeln; *o* gufseiserne Tragbalken; *p* schmiedeeiserne Reifen; *q* schmiedeeiserne Anker; *r* gufseiserne Ankerplatten; *s* die drei kupfernen Formen; *t* gufseiserne Düsen verbunden durch: *u* lederne Schläuche, mit *v* den Windsperrungskästen, an denen *w* die Kästen angebracht sind, in welchen sich die Windmesser befinden. Die Schläuche fallen jedoch bei dem Betriebe mit erhitzter Luft weg und werden mit beweglichen gufs- und schmiedeeisernen Düsen vertauscht. *x* Die beiden Vorheerdleisten; *tx* die gufseisernen Strafsenschienen.

In dem Folgenden verdeutlichen wir noch die Schachtprofile mehrerer englischen Koakshohöfen.

Fig. 50. stellt einen der Hohöfen zu Dudley in Staffordshire dar, welcher mit zwei Formen zur Erzeugung von Roheisen für die Frischöfen betrieben wird. Alle Oefen in Staffordshire, so wie viele in andern Provinzen Englands und Schottlands, sind, aufser mit der gewöhnlichen Gichtmauer, welche den Raum oben auf der Gicht des Ofens begrenzt und welche die Fortsetzung der äufsern Rauchmauer bildet, noch mit einem 11 bis 12 Fufs hohen essenartigen Gichtkranz versehen, welcher dieselbe Weite im Lichten hat, wie die Gichtöffnung. In diesem Gichtkranz befindet sich die zur Ofengicht führende Oeffnung, durch welche man zur Gicht gelangt, um die Schmelzmaterialien in den Schacht zu bringen. Dieses Aufgeben mufs bei weiten Gichten an 2 oder 3 Punkten geschehen, um die Gichten regelmäfsig eintragen zu können.

Der Schachtdurchschnitt Fig. 51. gehört zu einem der Hohöfen des Dowlais-Eisenwerks bei Merthyr-Tydwill in Wales (ohnstreitig dem grofsartigsten Eisenwerk der Welt), der mit 2 Formen betrieben wird. Bei der aufserordentlichen Weite der Gicht, von 16½ Fufs, mufs an fünf verschiedenen Punkten von derem Umkreise aufgegeben werden. Der 48 Fufs hohe Schacht geht cylindrisch bis zur Rast nieder. Die vortrefflichen, festen und doch gut aufgeschlossenen Koaks, die locker liegenden Sphärosiderite und die grofsen Windmassen, welche der Hohofen erhält, machen diese eigenthümliche Schachtconstruction ganz zweckmäfsig, welche auch für Oefen, welche sogen. Anthracite verarbeiten, zu empfehlen ist, wenn nicht die mulmige, lettige Beschaffenheit der Erze eine Zusammenziehung des Schachts rathsam macht. Wöchentlich werden in diesem ungeheuren Hohofen 105 Tonnen (2100 Centner) Roheisen erblasen. Der Ofen besteht nur aus einem einzigen Kernschacht, welcher aus 18 Zoll langen, feuerfesten Ziegeln aufgeführt ist. Dieser Schacht wird durch ¼ Zoll starke und 4 Zoll hohe, gewalzte eiserne Reifen zusammengehalten, durch welche er nur allein seine Stabilität erhält.

Bis zur Gestellhöhe ist der Ofen eine cylindrische, massive Mauerung, in welcher die beiden Formen und das Arbeitsgewölbe ausgespart sind, und welche in der Höhe dieser Gewölbe mit eisernen Kränzen bedeckt ist, auf denen der Kernschacht mit seinen Verankerungen ganz frei aufgeführt ist. Der Ofen soll im Allgemeinen recht fest sein.

Fig. 52. zeigt den Längendurchschnitt eines Ofens mit sehr hoher Zustellung zu Pontypool in Wales, der mit 3 Formen betrieben wird.

Den Durchschnitt eines Schottischen Ofens bei Glasgow stellt Fig. 53. vor; er wird mit 2 Formen betrieben. — Die Dimensionen aller dieser Ofenschächte sind eingeschrieben.

Schon aus diesen wenigen Beispielen ergiebt sich genügend die grofse Verschiedenheit in der Gestalt der Ofenschächte. Eine Beurtheilung ihrer Zweckmäfsigkeit würde nur stattfinden können, wenn alle Verhältnisse genau bekannt wären, welche auf die gewählte Construction von Einflufs sein konnten.

Mechanische Arbeiten beim Ofenbetriebe, Erz- und Kohlengichten.

Nachdem der Ofen zugestellt worden ist, mufs er erst abgewärmt werden, eine Operation die besonders bei neuen Oefen, oder neu eingesetzten Kernschächten, so wie auch bei engen und hohen Gestellen, sehr vorsichtig bewerkstelligt werden mufs, um das Springen und Aufreifsen der Gestelle zu verhüten. Sehr zweckmäfsig, besonders für ein Sandsteingestell, ist ein Ueberzug aus einem, mit einem Pinsel aufgetragenen Brei von feingepulvertem Kalk, Hohofen- und Frischschlacke mit Wasser. — Die Formöffnungen werden mit Lehm verschlossen, der Heerdboden wird gereinigt und dann vor dem Vorheerde ein schwaches Holzfeuer angemacht, welches man nach und nach verstärkt und fortwährend unterhält. Sind Gestell und Schacht vollkommen abgetrocknet, so bringt man glühende Kohlen in jenes, indem man den Zug dadurch vermindert, dafs man gröfsere Massen von Kohlen entzündet, denen nicht eher eine beliebige Menge frischer nachgeschüttet werden, bis die vorherigen durchgeglüht sind. Bei neuen Oefen und Schächten wird der Zug durch Verschliefsung des Vorheerdes mittelst Ziegelsteinen vermindert und das Nachfüllen mit Kohlen, so wie das Anwärmen, gehen natürlich langsamer vor sich. Das Nachschütten wird so lange fortgesetzt, bis dafs die Kohlen die Gicht erreicht haben, und nur sehr hohe Oefen mit schon gebrauchten Schächten füllt man nur auf $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe. Soll das Anwärmen recht langsam vor sich gehen, so bedeckt man die Gichtöffnung mit eisernen Platten, läfst den mit glühenden Kohlen gefüllten Ofen 8 bis 14 Tage

lang stehen und ersetzt die wenigen verbrennenden Kohlen von Zeit zu Zeit durch neue.

Nachdem nun auf diese Weise die Füllung beendigt ist, wird etwas beschicktes Erz aufgesetzt, welches man niedergehen läfst, bis in der Gicht wieder Raum ist, dafs eine neue Gicht — d. h. ein für jeden Ofen bestimmtes Volum von Kohlen — Raum findet. Auf jede Kohlengicht kommt etwas leichtflüssige Beschickung, zuweilen zu den ersten 4 bis 6 Gichten auch nur Kalk, um, wenn er sich im Gestell zeigt, den Vorheerd zu vollenden und Alles zum Anblasen in Bereitschaft zu setzen. Die ohne Gebläse niedergehenden Erzgichten nennt man stille, und die Kohlengichten ohne Erzsatz leere. Sobald sich jene im Heerde zeigen, wird der Boden gereinigt, der Wallstein vorgelegt, die Abstichöffnung mit schwerem Gestübbe geschlossen, die Form eingesetzt, die Düse eingesetzt und das Gebläse erst langsam angelassen, welches man erst dann nach und nach verstärkt, wenn stärkere Erzsätze niedergehen, bis der Wind nach 3 bis 6 Tagen die für das Brennmaterial erforderliche Geschwindigkeit erhalten hat.

Noch vorsichtiger mufs beim Abwärmen eines Koakshohofens verfahren werden. Vor dem Gestell wird ein Steinkohlenfeuer angemacht und diefs dem Vorheerd nur langsam genähert. Nach 10 bis 14 Tagen erst bringt man Koaksfeuer ins Gestell und füllt nun den Ofen, wie oben bemerkt. Jedoch mufs das Gestell, gewöhnlich alle 6 Stunden, von der sich ansammelnden Lösche, Asche und von dem etwa niedergeschmolzenen Mörtel dadurch gereinigt werden, dafs man ein Paar Brechstangen unmittelbar unter dem Tümpel bis zum Rückstein stöfst, sie auf einer quer vor dem Tümpel auf den beiden Vorderbacken lagernden Querstange ruhen läfst und durch angehängte Gewichte in dieser Lage erhält, dann eine eiserne Platte über diese Brechstangen schiebt und dadurch den Luftzug hemmt, aber auch gestattet, dafs man das Untergestell reinigt, ohne dafs die über der Platte liegenden Koaks nachfallen. Bei einem schon gebrauchten Schacht kann man das schnellere Niedergehen des Koaks durch häufigeres Ausschüren und durch stärkern Zug unter dem Tümpel befördern, wogegen derselbe bei einem neuen Schacht durch lose aufgestellte Ziegel vermindert werden mufs. Nach beendigter Füllung werden zuerst einige Gichten von Kalk aufgesetzt, und auch die ersten, sehr schwachen und stillen Erzgichten erhalten einen starken Kalkzusatz, um die strengflüssige Steinkohlenasche aufzulösen. Sobald sich die Gichten im Heerde zeigen, mufs das Gebläse angelassen werden, welches bei der, eine zähe Schlacke gebenden Steinkohlenasche nothwendig ist, wenn nicht sogleich Versinterungen im Gestell und Schacht entstehen sollen. Aus demselben Grunde beschickt man auch wohl die ersten Gichten mit vieler reiner und gut geschlossener Hohofenschlacke.

Man hat aufserdem noch mehrere andere Verfahrungsarten beim Abwärmen, von denen das folgende, in Schweden übliche, bei Holzkohlenöfen sehr zu empfehlen ist. Man überzieht das Gestell mit der oben erwähnten, leichtflüssigen Mischung, oder man setzt zur Sicherung der Gestellsteine, dasselbe mit einer Ueberkleidung von einen Zoll dicken Mauerziegeln aus, die nach dem Anlassen des Gebläses zusammenschmelzen und dann leicht aus dem Heerd gezogen werden können. Darauf werden Gestell und Schacht gänzlich mit Kohlen angefüllt und in den Vorheerd einige Schaufeln voll glühender Kohlen gebracht. Hat sich das Feuer so weit verbreitet, dafs es nicht mehr erlöschen kann, so werden die Form- und Abstichöffnungen verschlossen, der Vorheerd wird mit einer eisernen Platte bedeckt und alle Fugen mit Lehm verstrichen. Sobald die Kohlen bis zur Gicht durchgebrannt sind, welches, nach der Gröfse derselben, in 2 bis 3 Tagen der Fall ist, werden andere nachgefüllt und es wird der Schacht stets voll erhalten. Täglich wird der Vorheerd geöffnet, um Schlacken und Asche herauszunehmen und dann wieder verschlossen. Man fährt mit dem Nachfüllen der leeren Gichten so lange fort, als noch Dämpfe aus den verschiedenen Gichten entweichen, indem man auch, um das Glühen der Kohlen zu vermindern, die Gicht mit einer eisernen Platte zudeckt. Nachdem das Abwärmen vollendet und auf die schon erwähnte Weise weiter verfahren wird, mufs nur in den ersten 8 Tagen des Betriebes der Heerd so viel als möglich voll Eisen gehalten werden, damit derselbe die gehörige Hitze erhält.

Nach erfolgtem Anblasen des Hohofens ist besonders dahin zu sehen, die Massen im ganzen Untergestell locker zu erhalten und so lange sich noch nicht Schlacke genug ansammelt, den Vorheerd mit schwerem Gestübbe zu bedecken, um die Hitze zusammen zu halten. Wo der Wallstein so hoch liegt, dafs die Schlacke nicht von selbst über denselben ablaufen kann, da mufs dieselbe, sobald sie die Formhöhe erreicht, abgeworfen werden, d. h. der Vorheerd wird mit der Brechstange gelüftet, die obere erstarrte Masse mit der Krücke oder Ofengabel abgehoben und die flüssige Schlacke abgezogen und fortgeschafft. Die an dem Tümpel und an den Backenstücken angeschmolzenen Massen werden sorgfältig abgestofsen, und das Gestell überhaupt bis zum Rückstein mit der Brechstange untersucht, ob sich irgendwo angeschmolzene Massen oder Klumpen von heruntergefallenen Gestell-, Rast- oder Schachtsteinen, oder von ungeschmolzenem Erz im Gestell befinden. Es mufs diese Arbeit, um die Abkühlung des Vorheerdes zu verhindern, möglichst rasch geschehen und darauf derselbe wieder mit Gestübbe verschlossen werden, bis die Schlacke von neuem in die Höhe gestiegen ist. Fliefst dieselbe von selbst ab, welches vorzuziehen ist, weil dadurch weniger Hitze verloren geht, die Schlacke hitziger und flüssiger, und die sich abscheidenden

Eisenkörner besser durchfallen läfst, so mufs, sobald die Schlacke bis zur Form aufgestiegen ist, vorn bei der Schlackenspur im Wallstein, mit der Brechstange ein Loch in die Lehmdecke des Vorheerdes gestofsen und dadurch das Abfliefsen veranlafst werden. Bei grofsen Gestellen darf man den Wind nicht ganz vom Vorheerd abhalten, damit dieser nicht zu kalt wird und das Eisen nicht erstarrt. Derselbe mufs daher locker gehalten werden, und man mufs vor dem Verstopfen den Wind durch denselben blasen lassen.

Auf mehrern Englischen Eisenhütten wendet man jetzt zur Fortschaffung der abfliefsenden Schlacken folgende Vorrichtung an. Vor der Hohofenbrust ist ein Schienenweg angebracht, auf welchem sich ein, mit einem gufseisernen Kasten versehener Gestellwagen bewegt, den man so dicht an den Wallstein heranschiebt, dafs die Schlacke in den Kasten laufen kann. Ist derselbe voll, so wird der Wagen fortgeschoben, der Kasten ohne Boden mittels eines kleinen Krahns abgehoben und der Schlackenblock auf dem Wagen aus der Hütte geschafft, während von einer Nebenbahn bereits ein anderer Wagen mit Kasten vor den Heerd geschoben worden ist.

Das Abwerfen oder Laufenlassen der Schlacke, so wie das Reinigen des Gestelles, ist bei den, bei gutem Gange eine leichtflüssige Schlacke gebenden Holzkohlenhohöfen, keine schwere Arbeit, wogegen das Letztere bei Koaksöfen durch die Kohlenlösche und durch die steife Schlacke ungemein erschwert wird. Es ist daher nothwendig, von Zeit zu Zeit eine gründliche Reinigung (das sogen. Ausarbeiten) des Gestelles vorzunehmen, weil sich die Lösche sonst zu sehr anhäufen und dann gar nicht mehr wegzubringen sein würde. Soll das Ausarbeiten vorgenommen werden, so reinigt man zuerst die Form, verstopft sie mit dem Formvorsetzer, bricht die Schlackenmasse im Vorheerd auf und stöfst die an den Vorderbacken sitzenden Schlackenmassen mit einer Brechstange auf. Die abgelöste Schlacke wird über den Wallstein gezogen und fortgeschafft. Um nun das Hintergestell zu reinigen, werden zwei grofse Brechstangen auf beiden Seiten des Gestells, längs der Backensteine bis zum Rückstein gestofsen, vorn gegen das Tümpeleisen niedergedrückt und, mit convergirender Richtung ihrer im Gestell befindlichen Enden, mit grofser Anstrengung der Arbeiter, aus dem Gestell gezogen, wobei die zähe Schlacke mit vorkommt und aus dem Ofen geschafft wird. Je mehr Unreinigkeiten man in dem Heerde vermuthet, je weiter das Gestell ist und je mehr Schlacke beim jedesmaligen Ziehen noch vorgebracht wird, desto öfter mufs die Operation wiederholt werden, die um so beschwerlicher ist, je weniger Eisen sich im Heerde befindet. Jedoch wird es gewöhnlich immer vor dem Abstechen vorgenommen. Ist das Ausarbeiten vollendet, so nimmt man den Formenvorsetzer wieder weg, läfst das Gebläse 1 bis 2 Minuten lang durch den Vorheerd gehen, theils um ihn zu erwärmen, theils um die noch im Gestell

befindliche Lösche auszublasen, setzt die Form wieder zu, macht den Vorheerd mit der Brechstange möglichst locker, verschliefst ihn mit schwerem Gestübbe und läfst den Wind wieder in den Schmelzraum strömen. Wird, wie es gewöhnlich der Fall ist, sogleich nach der Reinigungsarbeit abgestochen, so geschieht das Ausblasen in demselben Augenblick, wenn der Stich geöffnet ist. Bei schlechtem Ofengange mufs an manchen Orten alle zwei Stunden ausgearbeitet werden und zwar sehr rasch, damit sich der Ofen möglichst wenig abkühlt.

Einen bis drei Tage nach dem Anblasen erfolgt der erste Abstich, und sehr häufig erfolgt hierbei in den ersten Malen, besonders bei Koaksöfen, weifses Roheisen, und wenn ein neuer Schacht eingesetzt wurde und das Anwärmen nicht mit der gröfsten Vorsicht geschah; denn die Ofenmauer absorbirt in den ersten Tagen des Betriebs sehr viel Wärme. Deshalb kann der Ofen auch oft erst nach mehreren Wochen zum vollen Satz gelangen und jede Uebersetzung in dieser Zeit hat sehr nachtheilige Versinterungen zur Folge, welches, wenn der Ofen schon einige Zeit im Betriebe gewesen ist, durchaus so leicht nicht der Fall sein kann. Nur zu viele scharfe oder übersetzte Gichten hinter einander, führen eine Abkühlung des Ofens und einen schlechten Betrieb unvermeidlich herbei.

Die Arbeiten bei den Schachtöfen mit offener und geschlossener Brust stimmen gänzlich überein, nur dafs bei letztern eine geringere Sorgfalt minder nachtheilig ist, weil man in denselben nur leichtflüssige Beschickungen verschmilzt. Aufser der Reinigung der Schmelzräume, bestehen die Arbeiten bei den Schmelzöfen besonders darin, den in der Gicht durch das Niedersinken der Schichten entstehenden Raum wieder mit neuen Kohlen- und Erzgichten auszufüllen. Dieses Eintragen und Nachfüllen, das sogen. Aufgeben, mufs stets dann erfolgen, wenn die Gichten so tief niedergegangen sind, dafs der daduch entstandene Raum grofs genug zur Aufnahme der üblichen neuen Gicht ist. Zur Messung dieses Raums benutzt man an manchen Orten das sogen. Gichtmaafs, eine im rechten Winkel gebogene Eisenstange. Wollte man die Gichten tiefer niedergehen lassen und dann mehrere auf einmal aufgeben, so würde der Ofen abgekühlt werden. Bei sehr grofsen Oefen mit sehr starken Gebläsen und daher mit einem starken Gichtwechsel, bei denen man an mehreren Punkten der Gichtperipherie aufgeben mufs, läfst sich ein so sorgfältiges Verfahren beim Aufgeben nicht erreichen.

Die Kohlen müssen immer trocken angewendet werden. Giebt man sie nach dem Maafs und nicht nach dem Gewicht auf, so mufs jenes jederzeit gleich bleiben, welchen Zweck man am besten durch eiserne Gichtfässer erreicht, welche aus starkem Eisenblech bestehen, auf vier niedrigen, gufseisernen Rädern laufen, einen beweglichen, durch einen einfachen Mechanismus

zum Oeffnen und Schliefsen eingerichteten Boden haben, mittels eiserner Strafsschienen über die Gicht des Ofens gefahren und dort durch Oeffnung des Bodens ihres Inhalts entledigt werden *). Das genaue Maafs ist besonders bei Koaks nothwendig. Bei sehr grofsen Gichten, wo das eiserne Gichtfafs zu schwer ausfallen würde, wendet man geaichte hölzerne Kohlenkarren an. Liegen die Kohlenschuppen oder die Verkoakungsplätze entfernt von der Gicht, so mufs man in deren Nähe einen Raum zur Aufstellung der Kohkarren haben, in denen man das Brennmaterial auf Vorrath herbeiführt.

Ueberall wo die Kohlengichten nach dem Volum bestimmt werden, wird stets dieselbe Quantität zu einer Gicht genommen, der Erzsatz aber nach den Umständen schwerer oder leichter eingerichtet. Bei stets gleichen Kohlen und Erzen könnte bei einem regelmäfsigen Betrieb auch stets ein Erzsatz beibehalten werden; allein der verschiedene Feuchtigkeitsgehalt der Kohlen und Erze, so wie die nach und nach erfolgenden Erweiterungen des Schmelzraums, schadhafte Stellen im Schacht und der Rast, ungleicher Effect der Gebläse und manche zufällige Umstände, machen nicht selten eine Verminderung des Erzsatzes nöthig, um stets Roheisen von einerlei Beschaffenheit zu erzeugen, den Ofen in gleicher Hitze zu erhalten und Versetzungen im Schmelz- und Schachtraum zu vermeiden. Häufig ist jedoch ein geringerer Erzsatz nur vorübergehend nöthig; bei grofsen Oefen seltner als bei kleinen.

Wird die Gröfse der Kohlengichten nach dem Gewicht bestimmt, so bleibt wohl die Erzgicht unverändert und man ändert das Gewicht der Kohlengicht. Obwohl sich nun bei der Bestimmung der Kohlengichten nach dem Gewicht eine völlige Gleichwerthigkeit derselben ebenfalls nicht erreichen läfst, so verdient sie doch den Vorzug vor der Bestimmung nach dem Volum. Immer aber bleibt es vorzuziehen, die Kohlengicht als unveränderliche Gröfse beim Aufgeben anzunehmen und die Erzgichten nach dem Erfordernifs des Betriebs zu verändern.

Auch die Gröfse der Kohlen ist zu berücksichtigen; zu grofs veranlassen sie viel Zwischenräume und bewirken sehr leicht ein Durchlaufen der Erze; zu klein, als sogen. Gestübbe, sind sie nicht allein stets unrein, sondern sie erschweren auch das Aufsteigen der Gase. Man mufs daher die kleinen Gruskohlen stets mit dem Rechen aushalten, um sie zum Erzrösten, Bestreuen des Vorheerds u. s. w. zu benutzen; die sehr grofsen mufs man zerschlagen und beim Aufgeben die grofsen Kohlen unten, die kleinern aber oben hinbringen. Besonders nachtheilig sind zu kleine Koaks, indem sie zu Versinterungen und Versetzungen des Gestelles Veranlassung geben.

*) Abbildungen von einem in Schlesien gebräuchlichen Gichtfafs findet man in **Karsten's** Eisenhüttenkunde, Taf. XX., Fig. 11. a — d., und in **Walter's** prakt. Eisenhüttenkunde, Taf. 16., Fig. 4 bis 7.

Das Aufgeben der Erzgichten geschieht bei kleinen Oefen mit Schaufeln, Trögen und Kästchen, bei gröfsern aber mit Laufkarren von bestimmtem Maafs und Gewicht. Am besten ist es aber, die für jede Gicht abgewogene Quantität Erz in ein eisernes Gichtfafs zu bringen und dasselbe über der Gicht auszuleeren; oder wenigstens die tarirte und mit Erz angefüllte Karre vor dem Aufgeben auf einer Schnellwage abzuwiegen und ihr durch Hinzuthun oder Wegnehmen das gehörige Quantum zu geben. Das Aufgeben nach dem blofsen Volum ist verwerflich, weil es auf diese Weise schwer hält, eine Gleichmäfsigkeit der Gichten zu erlangen.

Grob gepochte oder schlecht geröstete Erze sind um so nachtheiliger, je kleiner und niedriger die Oefen sind, weil sie alsdann unvorbereitet in den Schmelzraum gelangen und nicht gehörig reducirt werden. Sind die Erze daneben noch strengflüssig, so kann auch bei einem geringen Erzsatze ein übersetzter Gang des Ofens herbeigeführt werden. Besonders mufs man sich hüten, ockrige und mulmige, oder lettige Erze zu feucht aufzugeben, weil dieselben die Feuchtigkeit sehr zurückhalten und Veranlassung zur Entstehung von Klumpen im Heerde geben. Bei Koakshohöfen, und besonders wenn die Koaks sehr unrein sind, ist die Gefahr noch gröfser, indem sich der Ofen alsdann, theils durch die nassen Erze und theils durch das nothwendige häufige Ausarbeiten zu sehr abkühlt und die verlorne Hitze zu schwer wieder erlangt.

Man verschmilzt die Erze entweder für sich, oder man gattirt und beschickt sie. In jenem Fall sind sie leichtflüssig und es läfst sich zuweilen kaum graues Roheisen daraus darstellen, selbst bei einem geringen Erzsatz, und zwar um so weniger, je mehr das Gebläse verstärkt und der Schmelzpunkt erhöht wird. Will man daher aus solchen Erzen graues Roheisen erblasen, so mufs es bei schwachem Winde und in Oefen mit niedrigem Obergestell geschehen, wiewohl ein solcher Betrieb, wegen des starken Brennmaterial-Aufwandes, unvortheilhaft ist. Soll Giefsereibetrieb stattfinden, so müssen die reichen und leichtflüssigen Erze, will man gute Resultate erlangen, mit ärmeren gattirt und in Oefen mit hohen Obergestellen verschmolzen werden. Auch bei der Erzeugung weifsen Roheisens ist der Betrieb nur unter der Bedingung, reiche und leichtflüssige Erze mit armen beschicken zu können, vortheilhaft, indem das aus jenen allein dargestellte Roheisen, wegen Mangel an Schlacke, nicht gegen die Wirkungen der Gebläseluft geschützt werden kann.

Der Zweck der Gattirung ist der, reichere mit ärmern, leicht- mit strengflüssigen zu verschmelzen, geringere Mengen eines nicht gutartigen Erzes mit durchzusetzen, oder auch nur, die verschiedenen vorhandenen Erze benutzen zu können. Die Beschickung oder die Art der Zuschläge hängt von der Beschaffenheit der Erze ab, und ihre Menge kann nur durch Ver-

suche und Erfahrungen bestimmt werden. Das richtigste und zweckmäſsigste Verhältniſs des Zuschlags ist das, bei welchem die Kohlen bei bleibender Gattirung und bei einerlei Temperatur des Ofens den höchsten Erzsatz vertragen und dabei eine vollständige Scheidung des Eisens von der Schlacke bewirken.

Die zu verschmelzenden Erze werden im Gichthause oder auf dem Gichtboden, dem sogen. Mollerboden, nebst dem Zuschlag, schichtenweis übereinander, in der sogen. Möllerung oder dem Möllerbett, ausgebreitet und es wird zu jeder Gicht von demselben die gehörige Quantität senkrecht abgestochen. Jedoch geschieht dieſs nur da, wo die Erze dem Maaſs nach aufgegeben werden. Geschieht dieſs dem Gewicht nach, so können die zu gattirenden Erze zwar auch geschichtet werden, allein der Zuschlag wird immer und oft auch jede Erzgattung für sich allein abgewogen.

Sowohl Erze als auch Kohlengichten werden in der Gicht völlig eben ausgebreitet, und nur bei sehr kleinen Kohlen, bei dicht liegenden, ockrigen Erzen und bei hohen, in der Gicht weiten Oefen, unter welchen Umständen man das Sticken des Luftstroms zu befürchten Ursache hat, wird das Erz mitten auf die Kohlengicht gesetzt, damit die Flamme an den Schachtwänden leichter in die Höhe schlagen kann. Wo die Erzgichten und die Zuschläge besonders abgewogen werden, da muſs die Mengung erst auf der Gicht selbst, beim Aufgeben geschehen, wobei dann auf die möglichst gleichmäſsige Vertheilung des Flusses zu sehen und derselbe gleichförmig über die Erzgicht auszubreiten ist.

Die zu einer Gicht anzuwendende Menge der Kohlen hängt von der Weite des Ofens in der Gicht und im Kohlensack ab. Durch sehr groſse Kohlengichten wird, besonders bei engen Gichten, der obere Theil des Schachts zu sehr abgekühlt, welches bei zinkischen Erzen den Nachtheil hat, daſs sich der Ofenbruch zu leicht ansetzt. Sehr kleine Kohlengichten veranlassen dagegen ein Durchlaufen der Erze und auch ein Kippen und Rücken der Gichten. Groſse Kohlengichten sind bei leichten und leicht zerdrückbaren Kohlen, bei starker Erweiterung des Schachtes von der Gicht zum Kohlensack erforderlich; sie befördern im Allgemeinen das schnellere Ausströmen der Gase aus der Gicht, jedoch auf Kosten des Brennmaterials.

Als durch die Erfahrung bestätigt darf man Folgendes annehmen: 30 bis 40 Fuſs hohe und 6 bis 8 Fuſs im Kohlensack weite Hohöfen erhalten Gichten von 28 bis 30 Rheinl. Kubikfuſs Holzkohlen. Bei guten und festen Holzkohlen und bei locker liegenden Erzen lassen sich aber sehr zweckmäſsige Kohlengichten von 15 bis 20 Kubikfuſs anwenden, indem die allgemeine Erfahrung dafür spricht, daſs groſse Kohlengichten einen groſsen Kohlenverbrauch zur Folge haben. Bei weiten Gichten und verhältniſsmäſsig nicht so weiten

Kohlensäcken kann man ebenfalls mit Vortheil kleinere Kohlengichten anwenden, weil alsdann das Seitwärtsschieben des Kohlen weniger zu besorgen ist. Im Allgemeinen mufs man annehmen, dafs die Kohlengicht nie gröfser sein müsse, als es der Druck der Schmelzsäule im Ofenschacht nothwendig erfordert. — Bei Koaks wendet man, in 40 Fufs hohen und 10 bis 12 Fufs im Kohlensack weiten Schächten, Gichten von 12 Kubikfufs an, die man bei noch weitern Schächten und mulmigen und lettigen Erzen, welche enge Gichten bedingen, bis auf 20 Kubikfufs verstärkt.

Die Anzahl der in einem gewissen Zeitraum durchzusetzenden, d. h. niedergeschmolzenen Gichten, hängt von der dem Ofen zuzuführenden Windmenge und von der Gröfse der Kohlengichten ab; auch gehen beim guten Gange des Ofens, oder wenn derselbe schon eine gewisse Zeit lang im Betriebe ist, mehr Gichten, als beim schlechten Gange, oder zu Anfang einer Campagne. Nasse Kohlen und Erze, grofse Anhäufung der Schlacke im Heerde, besonders bei Koakshohöfen, verzögern den Gichtenwechsel.

Die zu einem Hohofen erforderliche Arbeiterzahl besteht, bei kleinern in 2 Schmelzern oder Hohöfnern und 4 Aufgebern und Gichtmachern, bei gröfsern aber in 2 Schmelzern und 6 bis 8 Aufgebern, Gichtmachern und Vorläufern, welche sich gewöhnlich in 12stündigen Schichten ablösen. Die Einrichtungen bei der Gicht und sonstige örtliche Verhältnisse machen aufserdem noch eine gröfsere Anzahl von Arbeitern erforderlich.

Hat sich das Untergestell mit flüssigem Roheisen so angefüllt, dafs zwischen dessen Oberfläche und der Form nur wenig Raum für die Schlacke übrig bleibt, so wird jenes, nachdem das Gestell gereinigt worden ist, abgestochen. Zu dem Ende macht man den Ablafsgraben, der die Abstichöffnung mit dem Heerde, auf welchem das Roheisen in Formen geleitet werden soll, verbindet, indem man den Sandheerd mit der Schaufel auflockert, nöthigenfalls noch frischen Sand mit etwas Kohlenstaub aufstreut und in dem Sande eine Rinne bildet, welche gewöhnlich da, wo das Leistenblech des Vorheerdes aufhört, eine Erweiterung erhält, in der sich das Eisen ansammelt und aus der es in die Formen vertheilt wird. Da, um den Vorheerd nicht erkalten zu lassen, die Abstichöffnung schnell wieder verstopft werden mufs, so würde sich das ausströmende Roheisen zu schnell ausbreiten und nicht in die Formen geleitet werden können, wenn der Ablafsgraben, bei dem starken Gefälle, welches er nothwendig haben mufs, um das Eisen schnell aus dem Ofen fliefsen zu lassen, nicht mit einem solchen Reservoir versehen wäre. Gewöhnlich wird dasselbe vorn durch eine eiserne Platte geschlossen, in welcher sich eine Oeffnung zum Durchlassen des Eisens befindet, die mit einer, mit Lehm überzogenen und dann getrockneten, eisernen Vorsetzschaufel mehr oder weniger geöffnet werden mufs, so dafs das Roheisen schneller oder langsamer

in die Formen geleitet werden kann. Ist der Ablafsgraben fertig, so nimmt man den heifsen Sand vor dem Stich mit der Schaufel weg und durchstöfst darauf die alsdann kenntliche Oeffnung mit einer Brechstange, und zwar so tief, dafs kein Eisen im Heerde stehen bleiben kann. Während dieser ganzen Zeit wird die Form mit einem Vorsetzeisen geschlossen gehalten, oder das Gebläse abgestellt. Zuweilen ist der Stich beim Rohgange so sehr mit Frischeisen und Schlacken versetzt, dafs er nur schwer zu öffnen ist, ja in seltnen Fällen mufs er aufgehauen werden. Weil diefs nun eine mühsame, den Heerd stark abkühlende und den Boden leicht beschädigende Arbeit ist, so ist es erforderlich, den Stich im guten Stande zu erhalten, ihn nach dem Abstich gehörig zu reinigen und von allen angesetzten Eisen- und Schlakkenmassen zu befreien, ihn auch mit schwerem Gestübbe und nicht mit Lehm oder Sand zu verschliefsen. — Ist der Stich zu locker verschlossen, so kann hitziges Eisen ihn leicht durchbrechen oder, wie man sagt, der Stich ausreifsen.

Nachdem der Abstich erfolgt ist, wird die Oeffnung wieder verschlossen und der Ofen zugemacht, oder der Vorheerd, nachdem er vorher aufgelockert und mit glühenden Kohlen aus dem Hintergestell angefüllt ist, mit schwerem Gestübbe bedeckt, weil sonst der Tümpel sehr leiden würde. Alsdann wird die Form wieder geöffnet.

Ist das Roheisen nur zum Vorfrischen bestimmt, so erfolgt der Abstich regelmäfsig alle 12, 18 oder 24 Stunden, je nachdem mehr oder weniger Gichten gehn, das Gestell mehr oder weniger Eisen fassen kann, die Erze mehr oder weniger reichhaltig sind u. s. w. Soll aber das Roheisen ganz oder theilweis zu Gufswaaren benutzt werden, da mufs man sich mit dem Abstich oft nach der Förmerei richten und zu jenem schreiten, wenn die Formen fertig sind. Durch ein so unregelmäfsiges Abstechen würden aber besonders kleine Oefen oft sehr im Gange gestört werden, auch kann in manche Formen das Eisen nicht unmittelbar geleitet werden, sondern man mufs es mit eisernen und mit Lehm überzogenen Giefskellen aus dem Vorheerde nehmen, wenn der Ofen nicht mit einem, schon weiter oben beschriebenen Schöpfheerde versehen ist, wodurch gröfsere Reinlichkeit erlangt und ein nicht unbedeutender Eisenverlust vermieden wird. — Um bei dem Schöpfen aus dem Vorheerde die aus dem Hintergestell vordringende Schlacke zurück zu halten, so dafs sie nicht hinderlich ist, macht man einen, so breit wie das Gestell ist, langen und 8 bis 10 Zoll starken Pfropf von reiner Schlacke und schiebt denselben unter den Tümpel, indem man ihn in die geschmolzene Masse niederdrückt. Darauf reinigt man die Oberfläche des Eisens im Vorheerde von der Schlacke, schöpft das Eisen aus, wirft die Stopfschlacke wieder aus dem Heerde, reinigt das Hintergestell von der angesetz-

ten und angehäuften zähen Schlacke, dann die Form mit dem Formhaken, bedeckt den Vorheerd mit glühenden Kohlen aus dem Hintergestell, verschliefst ihn mit Gestübbe und läfst das vorher abgestellte Gebläse wieder an.

Die Menge des im Heerde zu haltenden Eisens hängt von dessen Gröfse ab. Niemals darf das Eisen in die Form treten und bei Koaksöfen darf der Heerd auch nur bis auf $\frac{3}{4}$ angefüllt werden, weil der starke Wind derselben die Schlackenmasse über dem Eisen wegtreibt, so dafs dasselbe leicht matt, oder auch wohl über den Wallstein getrieben wird. Zu oftes Abstechen ist aber auch nachtheilig, denn es kann sich alsdann nicht Eisen genug im Heerde sammeln und derselbe wird nicht gehörig erhitzt. Nur die ersten Abstiche nach dem Anblasen müssen nicht so lange unterbleiben, besonders wenn man sieht, dafs das Eisen, durch nicht gehöriges Abwärmen, matt wird und erstarrt. — Hält man das Eisen zu lange im Heerde, so dafs es nur eine dünne Schlackendecke behält, so wird es matter und minder grau, aber auch fester; bei Koakshohöfen ist aber unter solchen Umständen leicht eine Versetzung des Hintergestells durch steife Schlacke zu befürchten und es können die Erscheinungen eines scharfen Ganges eintreten.

Kennzeichen zur Beurtheilung des Ofenganges und Wartung des Ofens.

Läfst man zufällige Umstände, durch welche die Temperatur des Ofens zuweilen etwas erhöht oder vermindert werden kann, unberücksichtigt, so hängt die Beschaffenheit des darzustellenden Roheisens nur allein von dem Verhältnifs des Erzes zur Kohle ab, indem dadurch vorzugsweise die Temperatur im Schmelzraum und im Schacht bestimmt wird.

Erfolgt durch einen zu reichlichen Erzsatz keine vollständige Reduction des Eisens aus dem Erze, sondern bleibt ein bedeutender Theil des Eisengehalts in der Schlacke, so ist der Ofengang ein sharfer, roher, übersetzter. Es entsteht dabei eine dunkle Schlacke, deren Schwärze mit der unvollständigen Reduction des Eisens steigt, die ferner sehr dünnflüssig ist und die um so schneller erstarrt, je mehr Eisenoxydul sie enthält. Bei einem solchen Betriebe erfolgt stets weifses Roheisen mit geringem Kohlegehalt, und man kann sagen, dafs derselbe im umgekehrten Verhältnifs zur Färbung der Schlacke stehe.

Bei vollständiger Reduction des Eisens aus der Schlacke findet ein gaarer Gang des Ofens statt, von dem es jedoch, nach der Temperatur desselben und nach der gewählten Zustellungsart, verschiedene Abstufungen giebt. Das beste Kennzeichen für den gaaren Gang giebt die Schlacke, indem sie bei diesem Gang nur teigartig und hellfarbig, nie durch Eisen-

oxydul gefärbt ist. Der Gaargang, bei welchem Spiegeleisen, und bei einer nicht zu leichtflüssigen Beschickung und engen Schmelzräumen, graues Roheisen mit grofsem Graphitgehalt entsteht, ist wesentlich von dem durch strengflüssige Beschickungen und hohen und engen Gestellen herbeigeführten, verschieden. Eine dritte, wesentlich verschiedene Art des Gaarganges ist wiederum die, bei welchem zwar das Eisenoxyd im Erz vollständig reducirt ist, also eine gaare Schlacke gebildet hat, aber dennoch weifses Roheisen mit geringem Kohlegehalt entsteht, welches im äufsern Ansehn nur schwer von dem, bei einem übersetzten Gange erblasenen zu unterscheiden ist. Das dunkelgraue, fast schwarze Roheisen, welches unter allen gaaren Roheisenarten am wenigsten Graphit enthält und dabei sehr strengflüssig ist, kann nur aus strengflüssigen Beschickungen und bei engen Schmelzräumen dargestellt werden.

Weil es zur Hervorbringung der Temperatur, die eine mehr oder weniger vollständige Reduction zur Folge hat, nur darauf ankommt, das Verhältnifs der Erze zu den Kohlengichten festzustellen, so scheint es eine leicht zu lösende Aufgabe zu sein, Roheisen von jeder gewünschten Beschaffenheit darzustellen. Allein es hängt die letztere nicht allein von jenem Verhältnifs ab, indem die Ofentemperatur auch von der Gestalt und Gröfse der Schmelzräume, von der Menge und Geschwindigkeit des Windes und von der Beschickung bedingt wird. Oekonomische Rücksichten erfordern die vortheilhafteste Benutzung des Brennmaterials; die Feuerbeständigkeit der Materialien, aus denen Gestell und Ofenschacht bestehen, verhindern einen zu hohen Hitzgrad, und ein zu hoher Erzsatz hat eine zu niedrige Temperatur und folglich auch Versinterungen und Schlackensätze, die den regelmäfsigen Fortgang des Betriebes unterbrechen, zur Folge. Nur in sehr niedrigen Oefen mit weiten Schmelzräumen und bei leichtflüssigen Beschickungen darf man den Erzsatz stets so hoch führen, dafs leicht erstarrendes, weifses Roheisen und dünnflüssige, schnell erkaltende Schlacke entstehen. Bei hohen Oefen und engen Schmelzräumen mufs sich das darzustellende weifse Roheisen dem von einem gaaren Gange mindestens nähern, wenn nicht Versetzungen im Schacht und Gestell entstehen sollen. Soll gaares weifses Roheisen mit Spiegelflächen erzeugt werden, so mufs nicht allein das Verhältnifs des Erzes zur Kohle so sein, dafs das Eisenoxyd in jenem vollständig reducirt wird, sondern es müssen auch Bedingungen eintreten, welche flüssige, gaare Schlacke veranlassen. Graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt mufs unter andern Verhältnissen dargestellt werden, als solches mit geringem Kohlegehalt, und die Hervorbringung eines Gaarganges ist dazu allein nicht hinreichend.

Hauptsächlich ist es das Verhalten der Schlacke im Ofen und ihre Beschaffenheit aufserhalb desselben, welche zur Beurtheilung von seinem Gange

führt. Eine, durch die Beschickung oder durch die Natur der Erze sehr dünnflüssige Schlacke gestattet bei einem Gaargange leicht die Scheidung des Eisens von der Schlacke, veranlafst aber auch, dafs das Eisen der concentrirten Hitze sehr bald entzogen wird und dafs Spiegeleisen entsteht. Körniges weifses Eisen vom Gaargange mit nicht mehr Kohle als das weifse Roheisen von scharfem Gange hat, kann bei einer leichtflüssigen Beschickung nicht leicht entstehen, und eben so läfst sich aus denselben vollkommen graues Roheisen nur in engen Schmelzräumen und bei schwachem Winde erzeugen. Versetzungen durch zu reichlichen Erzsatz sind bei leichtflüssigen Beschickungen minder gefährlich.

Aus strengflüssigen Beschickungen erfolgt beim Gaargange stets sehr hitziges, graues Roheisen, nie Spiegeleisen; dagegen entsteht unter diesen Umständen, bei Hitzeabnahme im Schacht, leicht körniges und gaares weifses Roheisen, auch zeigen sich leichter Versetzungen und ein roher Gang.

Die Farbe der Schlacken giebt an sich kein bestimmtes Kennzeichen für den Ofengang, indem verschiedene Eisenerze verschieden gefärbte Schlacken geben. Grau, bläulich- und grünlichweifs sind die Hauptfarben der gaaren Schlacken. Bleiische Eisenerze geben bei Koaks gelbe und bei Holzkohlen dunkler oder lichter graue Farben. Je gaarer der Ofengang und je reiner das Eisen aus den Erzen ausgebracht wird, desto heller sind die Schlacken gefärbt; je roher der Gang, desto dunkler die Farbe, so dafs sie bei vollkommenem Rohgang ganz schwarz erscheinen. Bunte Farben der Schlacken deuten auf einen unregelmäfsigen Gichtengang, oder auf eine nicht gleichförmige Vermischung der Erze und Zuschläge, wobei sich der Ofen im guten Gange befinden kann. Es ist aber alsdann entweder ein Versehen beim Abwägen oder Abmessen der Beschickung für eine Reihe von Gichten vorgefallen, oder die Beschaffenheit der Kohlen oder des Erzes, oder wenigstens ihr Feuchtigkeitszustand haben sich verändert; oder es haben sich Stücke von der Rast, dem Schacht oder Gestell abgelöst, rücken in den Heerd und lassen Versetzungen befürchten; oder die Zuschläge waren zu grob gepocht. — Begiefst man Schlacken vom Gaargange mit Wasser, so blähen sie sich auf und bilden eine weifse, zellige und bimsteinartige Masse, die beim Anhauchen knistert und nach Schwefelwasserstoffgas riecht.

Die Holzkohlenofen-Schlacken sind fast immer glasig, wenn sie nicht einer sehr hohen Temperatur im Gestell ausgesetzt gewesen sind, und eine vollkommen glasige Schlacke ist ein Zeichen, dafs sich der Ofen weder im zu hitzigen noch zu rohen Gange befindet. Die hellere oder dunklere Farbe entscheidet über das Verhältnifs des Erzes zu den Kohlen. Verliert aber dunkle Schlacke das Glasartige, wird sie matt, blasig und erdig, so ist ein hoher Grad von Rohgang eingetreten und es ist dann nöthig, das Gestell oft

zu reinigen und die Temperatur durch leichte Gichten so bald als möglich zu erhöhen. Ist das Gestell mit halbgeschmolzenen Massen zugewachsen, so dafs fast gar keine Luft mehr durchströmen kann, sondern der Wind die Massen nur noch mehr erkaltet, so mufs man den Tümpel wegbrechen, die angeschmolzene Masse losmachen, einen neuen Tümpel einsetzen und den Betrieb von Neuem beginnen, nachdem vorher schon der Erzsatz bedeutend vermindert worden ist. Jedoch ist diefs Mittel bei sehr starken Versetzungen, besonders bei schon sehr erweitertem Gestell und bei sehr grofsen Oefen, oft von einem sehr ungewissen Erfolge. Geringere Grade solch schlechten Ganges können immer durch frühzeitige Verminderung des Erzsatzes verbessert werden.

Hellfarbige, aber weder glasartige noch steinige, sondern mehr erdige und halbgeschmolzene, auch sehr blasige und unzusammenhängende Schlacken, sind ein Zeichen von einer unvollkommenen Scheidung des Eisens von der Schlacke wegen mangelnder Hitze. Ist dabei das Eisen matt, körnig und weifs, so ziehen die Gase nicht frei aus der Gicht ab und man mufs daher durch Vermehrung und Verstärkung des Windes den Schmelzpunkt erhöhen, damit die Erze mehr vorbereitet in den Schmelzraum gelangen. Bei weiten Gestellen und schwachen Gebläsen tritt dieser Gang am häufigsten ein. — Helle und daher gaare, aber emailleartige, steinige und derbe Schlacken sind ein Zeichen von hoher Temperatur im Ofen, so dafs man, damit der Schacht nicht zuviel leidet und durch zu grofse Hitze im Gestell nicht zu zähe Schlacke entsteht, den Erzsatz erhöhen kann. Es mufs diefs aber unterbleiben, wenn das Eisen dabei nicht recht grau und gaar ist, sondern es mufs alsdann die Menge des Windes vermindert und dessen Geschwindigkeit durch Einlegung engerer Düsen vermehrt werden.

Die Schlacken der Koakshohöfen sind nur bei leichtflüssigen Beschickungen und bei nicht sehr heifsem Gange so durchsichtig, wie es die Holzkohlenhohofen-Schlacken gewöhnlich sind, sondern gewöhnlich undurchsichtig. Bei gehöriger Hitze im Gestell haben sie dabei einen vollkommenen Glasglanz, grofsmuscheligen Bruch und ganz das Ansehen vollkommener, wenig gefärbter und dabei undurchsichtiger Gläser. Sie können bei vollständigem Gaargang noch grün und blau gefärbt sein, und nur wenn sie braun werden, tritt ein Rohgang ein. Dabei verliert sich der Glasglanz und die matte Oberfläche, die Schlacke wird matt und porös, und bei stärkerm Rohgange schwarz. Zeigen sich daher die ersten Spuren von bräunlicher Färbung der Schlacken, so mufs am Erzsatz abgebrochen werden, um einen nachtheiligen Ofengang zu verhüten.

Koakshohofen-Schlacken mit steinigem Kern in der Mitte deuten stets auf eine gute Temparatur; wird aber bei sehr grauem Eisen die Schlacke

ganz steinig, so kann man den Erzsatz mit Vorsicht erhöhen. Porzellanartige, weder glasige noch steinige Schlacke, ist das Zeichen einer unvollkommenen Scheidung, wegen Mangel an Hitze, die man alsdann durch Verstärkung des Gebläses erhöhen mufs. — Schlacke von strengflüssiger Beschickung kann bei einem sehr heifsen Gaargange zwar hellfarbig sein, allein sie ist unvollkommen geflossen, voll Blasen und Löcher, und hat ein porzellanartiges Ansehn; es ist alsdann eine Veränderernng der Beschickung nothwendig.

Besonders zu berücksichtigen ist auch die Consistenz der Schlacke im Heerde und beim Abfliefsen über dem Wallstein. Sehr flüssige, bald ruhig und mit lichten Farben erstarrende Schlacke ist bei gaarem Gange und bei leichtflüssiger Beschickung erblasen und das Eisen ist dabei entweder Spiegelflofs oder grau, aber geneigt durch plötzliches Abkühlen weifs zu werden. Bei langsamem Erstarren stöfst es viel Graphit aus. Flüssige und schnell mit dunklen Farben erstarrende Schlacke rührt von übersetztem Gange oder von einer zu starken Pressung des Windes her, wobei die Erze zu wenig vorbereitet in concentrirte Hitze gekommen sind. In beiden Fällen entsteht weifses Roheisen, aber nur im erstern mufs der Erzsatz vermindert werden, wogegen im zweiten eine Verminderung der Windpressung erforderlich ist. — Zu steife Schlacke ist ein Zeichen von zu strengflüssiger Beschickung, oder von zu niedriger Temperatur; auch bei sehr gaarem Gange wird die Schlacke leicht steif, weil sie eisenfrei und strengflüssig ist und also auch leichter kalt geblasen wird. Zähe Schlacke, die nicht fliefsen will, und sich stark am Gezähe anhängt, ist entweder das Zeichen einer unrichtig gewählten Beschickung, oder, wenn dabei graues Roheisen erfolgt, eines zu niedrigen Erzsatzes.

Ist der Ofengang so, dafs sich neutrales weifses Roheisen so eben in graues umändert, so erfolgt Schlacke von der Consistenz eines dünnen Bäckerteigs, die sich beim Abfliefsen als zusammenhängende Masse fortschiebt, sich in Fäden ausziehen läfst und Formen ausfüllt, in welche man sie, um sogenannte Schlackenziegel zu erhalten, hin und wieder laufen läfst. Wird sie dünnflüssiger, so schäumt und kocht sie vor der Form und schützt das Eisen nicht gegen den Wind; wird sie dicker, so erhärtet sie im Gestell und veranlafst Versetzungen. Dieselben zeigen sich auch bei dünnflüssiger Schlacke von leichtflüssiger Beschickung, weil dieselbe leicht kalt geblasen wird, erregen aber beim Gaargange und Erzeugung von Spiegelflofs wenig Besorgnifs.

Eine Beförderung des Abfliefsens der Schlacke durch zu häufiges Abwerfen oder zu oftes Hervorholen derselben ist nachtheilig, indem dadurch der Heerd erkaltet und die Schlacke steifer wird; wogegen im Gegentheil

durch zu langes Verweilen der Schlacke im Heerde Versetzungen durch Kaltblasen veranlafst werden können. — Dagegen ist es sehr nöthig, das Gestell von Zeit zu Zeit von den angesetzten Schlackenmassen zu reinigen, und besonders ist diefs bei den Koakshohöfen erforderlich, weil sich in diesen die Lösche mit der zähen Schlacke vermengt und Versetzungen im Hintergestell veranlafst, wohin man am wenigsten gelangen kann. Im Anfange der Campagne, bei noch engem Gestell, wobei der Wind die Schlacken noch in den Vorheerd treiben kann, braucht man dieselben nicht aus dem Hintergestell zu holen, sondern man legt etwa eine Stunde vor dem Ausarbeiten schwere Massen auf den festgestampften Vorheerd, damit die Schlacke nicht abfliefsen kann, länger im Heerde bleibt, flüssiger wird, sich im Gestell höher anhäuft und die angesetzten Schlacken- und Frischeisenmassen abweicht, so dafs sich das Gestell besser ausarbeiten läfst. Das Auflegen schwerer Massen ist auch dann zweckmäfsig, wenn die Schlacke im Vorheerde sehr wogt und über denselben wegdrängt. — Kann aber bei weiten Gestellen der Wind die Schlacke nicht mehr vertreiben, so mufs sie mit grofsen Brechstangen aus dem Hintergestell hervorgeholt werden, damit sie sich daselbst nicht festsetzt. Ist viel Lösche im Gestell, so mufs die Schlacke auch nach dem Abstich mit Sorgfalt aus dem Hintergestell weggebrochen werden. Will die Schlacke nicht abfliefsen, so sind, besonders wenn viel Eisen im Gestell vorhanden ist, Schlackenversetzungen im Hintergestell befindlich. Es mufs deshalb die Schlacke sogleich geholt werden, damit sie nicht erstarrt und vor der Form kalt geblasen wird. Ein zu langes Verstopfen des Vorheerdes ist aber auch nachtheilig, indem die Schlacke dadurch zu sehr ins Hintergestell getrieben wird, sich dort anhäuft und oft sogar verursacht, dafs Eisen über den Wallstein abläuft. — Auch läuft die Schlacke, wenn sie etwas steif ist, sich im Hintergestell anhäuft und beim Ausarbeiten nicht gehörig in den Vorheerd gezogen wird, beim Abstechen mit ab und verunreinigt das Eisen, welches besonders nachtheilig ist, wenn es in Gufsformen geleitet werden soll. Am nachtheiligsten wirkt aber steife Schlacke dadurch, dafs sie die Lösche nicht in sich aufnimmt, sondern dafs dieselbe unter diesen Umständen zu Boden sinkt, ihn bedeckt und das Gestell abkühlt. — Eine gute und flüssige Schlacke erhöht die Hitze im Ofen, befördert das Niedersinken des abgeschiedenen Eisens, bewirkt eine leichtere Auflösung des noch ungeschmolzen vor den Wind kommenden Erzes, verhindert die unmittelbare Berührung des Eisens mit den Koaks und nimmt die Lösche in sich auf, welche bei einer steifen Schlacke Klumpen im Heerde bildet und sich ansetzt. Deshalb mufs die Schlacke, so lange sie von selbst abfliefst, niemals mit Gewalt geholt, sondern so lange als möglich im Gestell zurückgehalten werden.

Auch nach der Art des Niedersinkens der Gichten läfst sich der Ofengang beurtheilen. Erfolgt diefs gleichförmig und gehen bei gleichen Zeiten ziemlich gleich viel Gichten, so ist der Gang ein regelmäfsiger und es finden keine Versetzungen statt. Gehen aber die Gichten ungleichförmig, erst langsam, dann schnell, oder rücken sie plötzlich nieder, nachdem sie vorher hängen geblieben, so mufs man Versetzungen vermuthen und die erforderlichen Mittel dagegen anwenden. Das Rücken der Gichten hat stets ein ungleiches Ausbringen des Roheisens aus den Erzen zur Folge; auch stellen sich sehr bald die Anzeigen eines übersetzten Ganges ein, die Gichtenflamme wird schwach, es dampft stark aus dem Vorheerd und die Form bleibt dunkel. Es mufs unter solchen Umständen sogleich vom Erzsatz abgebrochen werden, da durch das nöthige häufige Ausarbeiten der Ofen sehr abgekühlt wird, aus welchem Grunde man auch so wenig als möglich abstechen mufs. Nach dem Ausarbeiten mufs der Vorheerd aufgelockert werden, und ehe man ihn wieder verschliefst, mufs, um ihn wieder zu erhitzen, der Wind erst einige Minuten unter dem Tümpel durchblasen. Leuchten die Formen auch nach dem Ausarbeiten nicht, sondern scheint es vor denselben zu kochen, so ist der Heerd so dicht mit kleinen Kohlen und Lösche angefüllt, dafs die Schlacke nicht mehr in denselben niedersinken kann, sondern sich mit den Kohlen zu einer schmierigen Masse verwebt. Man mufs den Vorheerd alsdann nach dem Ausarbeiten dicht geschlossen halten, um die Schlacke flüssiger zu machen.

Erfolgt beim anscheinend besten Gange des Ofens mehr oder weniger Eisen, als aus der Anzahl der niedergegangenen Gichten zu erwarten war, und zeigt sich wenig Schlacke im Gestell, so ist grofse Aufmerksamkeit erforderlich, weil sich alsdann bald ein schlechter Gang einstellen wird. Die gewöhnlichen Ursachen der Versetzungen, die sich am häufigsten durch Hängenbleiben, so wie durch Rücken und Kippen der Gichten zu erkennen geben, sind folgende:

1. Nasse und lettige oder mulmige Erze, welche bei schon weit gewordenem Gestell und abgekühltem Schacht leicht als Klumpen ins Gestell kommen und mit der Lösche Versetzungen und Kaltblasen der Schlacke bewirken. Ausarbeiten, erhöhte Windpressung und Verminderung des Erzsatzes sind die besten Gegenmittel.

2. Sehr viel Lösche enthaltende Koaks, welche selbst beim gaarsten Gange, besonders bei weiten Gestellen und strengflüssiger Beschickung, leicht Schlackenklumpen im Heerde veranlassen, welche baldmöglichst herausgeschafft werden müssen, um sich nicht anzuhäufen und den Ofen zu verstopfen.

3. Ein zu weites Gestell und nicht gehörig durchgreifender Wind, in welchem Fall nur Verminderung des Erzsatzes hilft und, wegen des grofsen Kohlenaufwandes, alsdann das Ausblasen rathsam ist.

4. Heftiger Wind bei weiten Gestellen, wodurch ein ungleiches Verbrennen der Kohlen an verschiedenen Seiten und ein Kippen der Gichten veranlafst wird. Bei 2 oder 3 Formen tritt diefs bei weitem weniger ein. Auch hierbei ist Ausblasen die zweckmäfsigste Hülfe.

5. Zu kleine Kohlengichten bei engen Gichten und weiten Kohlensäcken, wodurch ein Durchlaufen und Kippen der Erzgichten veranlafst wird.

6. Unregelmäfsiges und oft unterbrochenes Gebläse, wodurch der Schmelzpunkt häufig verändert wird.

7. Eine zu flache oder eine Rast mit ungleichen Neigungswinkeln.

8. Ausgeschmolzene und hängen gebliebene Schacht-, Rast- und Gestellsteine, welche im günstigern Fall aus dem Gestell genommen werden, aber auch den Ofen ersticken können.

9. Ein ungleiches Ausschmelzen des Schachts, der Rast und des Gestells, wodurch ein ungleichmäfsiges Ausbreiten der Gichten und folglich ein Kippen derselben veranlafst wird.

10. Zu geringe Hitze im Schacht oder im Gestell durch vorhergegangene Abkühlung.

Auch das sich vor den Formen zu erkennen gebende Verhalten der Schmelzmassen im Gestell ist, in Verbindung mit der Beschaffenheit der Schlacke, ebenfalls ein Mittel zur Beurtheilung des Ofenganges. Eine helle Form deutet auf Gaargang, und wenn das Verhalten des Roheisens und der Schlacke dazu auffordern, so kann der Erzsatz erhöhet werden. Setzt sich dabei trockne Schlacke an die Form, die mit dem Formhaken abgestofsen werden mufs, um jene nicht zuwachsen zu lassen, so ist die Beschickung zu strengflüssig und es mufs dieselbe alsdann verändert oder mehr Wind gegeben werden. Die Schlacke ist dabei zäher als gewöhnlich bei einem guten Gange. Je dunkler die Form ist, je mehr sich durch dieselbe Erze und Kohlen unterscheiden lassen, desto roher ist der Ofengang. Dabei wird die Schlacke im Heerd flüssig, kocht dann auf und verdunkelt die Form, welche dann bei starkem Rohgang nicht offen zu erhalten ist. Die anscheinend sehr flüssige Schlacke erstarrt, sowohl nach dem Abfliefsen und auch selbst im Gestell sehr bald, ja auch das Eisen wird kalt geblasen und es setzen sich halbgefrischte Eisenmassen im Gestell an, weshalb häufiges und schnelles Ausarbeiten und Reinigen des Gestells nöthig ist. Auch mufs, wenn solche Erscheinungen eintreten, sogleich bedeutend am Erzsatz abgebrochen werden, um eine Temperaturerhöhung des Ofens zu bewirken. Das Kochen vor der Form entsteht zuweilen nur durch Schlackenanhäufung im Heerde, und

dann ist dem Uebel bald abgeholfen, zuweilen aber auch durch leichtflüssige Beschickung, wobei eine Versetzung jedoch wenig zu befürchten ist. Es mufs alsdann die Nase der Form stets weggeschafft, anfänglich das Gebläse etwas geschwächt und die Beschickung etwas strengflüssiger gemacht werden. Die Schlacke ist in diesem Fall gutartiger, als die beim übersetzten Gange. Ist die Form, bei übrigens gutem Gange des Ofens, dunkel, so rührt diefs von zu schlecht geröstetem und zu grob gepochtem Erze her. Erscheint bei dunkler Form die Schlacke vom Gaargange, so ist die Hitze im Schacht zu gering, und man mufs entweder gröfsere Düsen einlegen und die Windmenge vermehren, oder bei denselben Düsen die Windpressung erhöhen. Letzteres ist besonders dann erforderlich, wenn das Eisen weifs bleibt und nicht grau wird. Wird dagegen bei völlig gaarer Schlacke das Eisen sehr grau und nast die Form stark, so mufs die Windmenge vermindert und das Gestell fleifsig ausgearbeitet werden, weil dabei die Schlacke sehr steif wird und das Eisen aufnimmt, so dafs es von dem Windstrom gefrischt wird. Auch kann das Nasen der Form, bei übrigens gutem Gange, eine Folge von feuchter Luft sein, wobei die Temperatur des Ofens zuweilen so abnimmt, dafs das graue Roheisen bald in neutrales weifses oder halbirtes übergeht, wenn man nicht früh genug am Erzsatz abbricht und die Windpressung vermindert. Die feuchte Luft rührt zuweilen von den Wasserregulatoren her, in denen das Wasser in zu starker Bewegung ist und durch die Gebläseluft mit fortgerissen wird.

Als allgemeine Regel kann angenommen werden, dafs in allen den Fällen, in denen viel im Gestell gearbeitet werden mufs, auch zugleich am Erzsatz abgebrochen werden mufs, selbst dann, wenn sich der Ofen vorher im Gaargange befand, indem dadurch eine bedeutende Abkühlung des Ofens veranlafs wird. Bei sich erweiternden Gestellen mufs daher nach und nach mit dem Erzsatz abgebrochen werden.

Das Nasen der Formen oder sogenannte Formen, welches sowohl bei einem sehr gaaren, als auch bei einem rohen Gange stattfindet, ist fast jederzeit mit dem Frischen oder einer Anhäufung von Frischeisen über der Form verbunden. Nur bei leichtflüssiger Beschickung ist es gefahrlos, am gefährlichsten bei erweitertem Gestell. Man mufs es durch Schlagen und Stofsen zu entfernen suchen, obgleich diefs eine sehr mühselige und den Ofen abkühlende Operation ist, weil sonst der Wind leicht eine einseitige Richtung nehmen und das Gestell zuwachsen kann. Dagegen giebt man der Form bei erweitertem Gestell gern ein Dach von Frischeisen, indem dadurch ihr Wegschmelzen verhindert wird.

Ein weiteres Kennzeichen des Ofenganges ist die Gichtflamme. Ist sie nur schwach und kommt sie nicht mit gleicher Stärke im Umkreise der

Gichtöffnung zum Vorschein, so kann der Wind nicht ungehindert in die Höhe steigen; die Erze kommen dann nicht gehörig vorbereitet ins Gestell. Die Ursachen sind zu steile Rasten, zu kleine Kohlen und zu dicht liegende Erze, oder ein zu schwacher Wind. Ungleich hervorbrechende Gichtflamme deutet auf Versetzungen im Schacht, auf ungleiche Neigungswinkel der Rast, und hat gewöhnlich ein Kippen der Gichten zur Folge. Dringt der Wind gehörig durch, so dafs er den Schacht gehörig erhitzen kann, so mufs sich die Flamme mit einer gehörigen Geschwindigkeit und mit Brausen aus der Gicht erheben; schleicht sie aber daraus hervor, so verglimmen die Kohlen ohne Wirkung. — Eine dunkle, oder bei zinkischen Erzen sehr blasse Farbe der Gichtflamme, von Rauch begleitet, beweist, dafs es dem Ofen an Hitze fehlt und dafs er übersetzt ist, wogegen eine lebhafte Flamme ohne sichtbaren Rauch das Zeichen einer guten Temperatur ist. Bei zinkischen Erzen dampft der Ofen beim Rohgange mehr als beim Gaargange, da sich bei jenem mehr Dämpfe in der Gicht niederschlagen und sogenannter Ofenbruch absetzt, wie diefs auch bei niedrigen Oefen weit mehr der Fall ist, als bei höheren und bei stärkerer Hitze. Der Ofenbruch mufs von Zeit zu Zeit entfernt werden, weil er die Gicht verengt, die Kohlen durch die Erzsätze verdrängt, wodurch leicht ein Rücken und Kippen der Gichten veranlafst werden kann. — Wirft der Wind nicht gehörigen Gichtsand auf der Gicht aus, so hat er nicht Pressung genug, um die Schmelzsäule zu durchdringen.

Wenn die aus dem Vorheerd hervorbrechende Flamme stark ist, bläuliche Farbe hat und sehr dampft, so ist der Ofen entweder übersetzt, oder der Wind steigt nicht gehörig im Schacht in die Höhe. Brennt sie bei zinkischen und bleiischen Erzen mit Flammen, so fehlt es dem Schmelzraume an Hitze und der Ofen geht roh. Bei gutem Gange und bei gehöriger Consistenz der Schlacke dringt keine Flamme aus dem Tümpel hervor.

Auf den Ofengang lassen ferner schliefsen die Farbe und das Verhalten des Roheisens, sowohl während des Abstechens, als nach dem Erkalten. Das bei Holzkohlen und dem Gaargange erblasene graue Roheisen fliefst beim Abstechen ruhig, mit blendend weifser Farbe und vollkommen flüssig; es erstarrt langsam mit scharfen Kanten und geraden Flächen. Aus einer strengflüssigen Beschickung sehr gaar und hitzig erblasenes Roheisen ist sehr grau und metallisch glänzend, ohne viel Graphit auszustofsen; unter gleichen Umständen aus einer leichtflüssigen Beschickung dargestelltes Roheisen sondert dagegen beim Erkalten viel Graphit auf der Oberfläche ab. Das erstere bleibt an den dünnsten Stellen nach dem Erkalten noch grau auf dem Bruch und füllt alle Formen vollkommen aus; auf der Oberfläche zeigt es sich beim Fliefsen ganz gleichartig und scheint wie mit einer matten, nicht metallischen Haut überzogen. Das graue Roheisen von leichtflüssiger Beschik-

kung verhält sich zwar im flüssigen Zustande eben so, allein beim plötzlichen Erstarren wird es an den Rändern leicht weifs, wobei es Graphit absondert. — Bei abnehmender Hitze im Ofen wird die Farbe röthlich, die Oberfläche des fliefsenden Eisens wird glänzend, sie erhält grofse matte Flecke, die um so gröfser werden, je gaarer das Eisen ist, und beim grellen gänzlich verschwinden. Das halbirte und das Spiegelroheisen fliefsen noch ruhig, ohne Funken zu sprühen, erstarren aber schneller, theils mit glatten, theils mit concaven Flächen, und die Oberfläche des erstarrten Eisens fängt schon an, kleine Blasen aufzuwerfen, welche es oft wie Blattern bedecken.

Das weifse oder grelle Eisen fliefst mit scheinbar grofser Hitze aus dem Abstich und wirft viele Funken, allein es wird bald dickflüssig und erstarrt sehr schnell. Es hat fliefsend eine rothe Farbe, eine metallisch glänzende Oberfläche, und erstarrt, stumpfe Kanten und concave Oberflächen. Im Heerd hängt es sich sehr an das eiserne Gezähe an und läfst sich dadurch allein schon von dem grauen Roheisen unterscheiden. Geruch von schweflichter Säure beim Abstechen deutet auf einen Schwefelgehalt des Roheisens. Eisen dieser Art mufs stets bei einer leichtflüssigen Beschickung gaar erblasen werden, zeigt beim Fliefsen eine ins Gelbe fallende Farbe, schwindet nicht allein beim Erstarren, sondern dehnt sich oft sogar noch aus, besonders wenn es bei einem übersetzten Gange entstanden ist. Es wirft alsdann viele Funken und erstarrt sehr bald, indem es überhaupt dickflüssiger ist als alles andere Eisen. Das aus Phosphorsäure enthaltenden Erzen erblasene Roheisen zeigt beim Fliefsen und Erstarren kein von dem guten Eisen abweichendes Verhalten, nur scheint es mehr zu schwinden.

Das bei Koaks producirte Roheisen ist von dem bei Holzkohlen dargestellten ziemlich verschieden. Wegen des Schwefel- und gröfsern Siliciumgehalts desselben, der in dem in der gröfsten Hitze und bei strengflüssiger Beschickung erblasenen am bedeutendsten ist, erstarrt es schneller als Holzkohlenroheisen und oxydirt sich auf der Oberfläche. Das aus einer strengflüssigen Beschickung sehr gaar erblasene graue Roheisen fliefst mit blendend weifser Farbe und etwas röthlichem Licht und auf der Oberfläche bewegen sich Sternchen mit grofser Geschwindigkeit bis zum Erstarren. Das Eisen ist hitzig, dünnflüssig und sehr zum Vergiefsen geeignet, wogegen das bei einer leichtflüssigen Beschickung erhaltene graue Roheisen, bei übrigens gleichem Verhalten wie jenes, die Formen weniger gut ausfüllt und bei plötzlicher Abkühlung in feuchtem Sande weifse Ränder erhält. Das in neutrales weifses oder in halbirtes übergehende graue Roheisen sprüht ungemein lebhaft Funken um sich her. Je mehr gelbliche Beimischung die weifse Farbe aufnimmt, desto schneller erstarrt das Eisen mit stumpfen Kanten und mit concaven Flächen, die mit Blattern übersäet sind. Grelles Roheisen ist so

dickflüssig, dafs es nicht weit fortfliefsen kann, sondern sehr bald erstarrt; seine Farbe ist ein mattes Roth.

Mit viel Lösche und Asche hinterlassenden Koaks, die wenig Hitze entwickeln, läfst sich kein völlig graues Eisen erzeugen, sondern es fliefst matt, oxydirt sich bald und hat auf dem Bruche ein lichtes Ansehn und eine schuppige Textur mit metallischem Glanze. Beim Umschmelzen im Flammofen stöfst dieses Eisen einen Theil der Erdbasen als Erden aus. — Das weifse körnige, beim gaaren aber kalten Gange erzeugte Roheisen, welches beim Holzkohlenbetriebe selten ist, kommt bei Koakshohöfen wohl vor, wenn das Gestell zu weit ist, oder wenn es im Sommer schwül ist und die Gebläseluft in ihrer gewöhnlichen Temperatur angewendet wird.

Die Unregelmäfsigkeiten beim Ofenbetriebe rühren gröfstentheils von dem Lockerheitszustande der Eisenerze her, indem er bei locker liegenden Erzen leicht und bei dicht liegenden, ockrigen und lettigen schwer ist. Diese letzteren Erze versintern auf der Rast oder im Schmelzraume, veranlassen ein Rücken und Kippen der Gichten und erschweren den Durchgang der sich erhebenden Gase durch die darüber liegenden Schichten. Es werden in diesem Fall die engen Gichten erforderlich und der Ofengang mufs stets gaar sein, weil ein frischer die Gefahr des Versinterns und Erkaltens noch erhöhet. Locker liegende Erze gestatten dagegen weitere Gichten, weitere Gestelle, oder ganz fehlende Obergestelle, und einen minder gaaren Gang, wenn dieser nicht, wegen Bedürfnisses der Giefserei an gaarem Eisen, verlangt wird. Bei Anwendung der erhitzten Gebläseluft hat man aber, selbst bei der Verschmelzung dicht liegender Erze, keine Versetzungen des Schmelzraums oder Störungen des Ofenganges zu befürchten, indem dabei vor den Formen eine weit höhere Temperatur entwickelt wird, als bei kaltem Winde, und daher die Bildung von versinternden Schlackenmassen kaum mehr aufkommen läfst. Da zugleich bei heifsem Winde der obere Theil des Schachtes eine geringere Temperatur erhält, so folgt, dafs der ganze Sauerstoffgehalt der Luft im Schmelzraum verbraucht wird, dafs daher weniger Bedingungen zur Bildung von halbgeschmolzenen und sich versinternden Massen vorhanden sind, und dafs die entstehenden strengflüssigen Bildungen leichter wieder aufgelöst werden können. Dagegen müssen bei dem Betriebe mit erhitzter Luft, wenn dicht liegende Erze verschmolzen werden, weite Gichten noch weit nachtheiliger sein, als bei kaltem Winde, weil dann die Schmelzräume von dem noch mehr zurückgehaltenen Luftzuge sehr stark angegriffen werden müssen. Aus demselben Grunde werden auch die hohen und engen Obergestelle sehr vollständig durch die Anwendung der erhitzten Luft ersetzt.

Umstände, unter denen weifses und graues Roheisen dargestellt wird.

Einen richtigen und guten Ofengang nennt man den, bei welchem Roheisen von den verlangten Eigenschaften erzeugt wird. Nun verlangt man aber sehr verschiedenartiges Roheisen, je nachdem es zur Giefserei oder zu den verschiedenen Frischmethoden benutzt werden soll. Man mufs also denjenigen Gang des Ofens einen fehlerhaften nennen, wenn weifses Roheisen erfolgt und graues verlangt wird, wie umgekehrt.

Bei niedrigen und weit zugestellten Oefen, leicht reducirbaren und leichtflüssigen Erzen, so wie bei Holzkohlen, darf man es wohl wagen, stets einen hohen Erzsatz zu führen; allein bei hohen und besonders bei Koakshohöfen würden luckige Flossen und selbst weifses Roheisen nicht ohne Störung und Unterbrechung des Betriebes dargestellt werden können. Solche Oefen müssen mehr oder weniger auf den Gaargang eingerichtet werden, und es müssen alsdann die weiteren Verfahrungsarten zur Verarbeitung zu geschmeidigem Eisen von der Beschaffenheit des Roheisens abhängen, statt dafs umgekehrt bei Holzkohlenhohöfen durch die üblichen Frischmethoden die Art des zu erzeugenden Roheisens bestimmt wird. Da die Beschaffenheit des Roheisens im Allgemeinen von der Temperatur des Ofens und des Schmelzraums abhängt und diese wiederum von dem Verhältnifs des Erzes zum Brennmaterial, so veranlafst der Betrieb der Holzkohlenhohöfen mit leicht reducirbaren und leichtflüssigen Erzen auf weifses Roheisen nur geringe Schwierigkeiten. Anders ist es bei Koakshohöfen und bei strengflüssigen Erzen, besonders wenn sie, wie es bei der Erzeugung von sehr gaarem, grauem Roheisen zur Giefserei und bei der Anwendung von Winden von gewöhnlicher Temperatur der Fall ist, enge Gestelle haben. Der Erzsatz ist unter diesen Verhältnissen so scharf bestimmt, dafs eine geringe Ueberschreitung schon sehr nachtheilig wirken kann, und dafs man daher genau auf die Kennzeichen achten mufs, welche eine eintretende Veränderung des Ofenganges erwarten lassen, um Vorkehrungen zur Abhülfe des Uebels treffen zu können, ehe es sich wirklich einstellt. Bei solchen Oefen ist ein Gang, bei dem weifses Roheisen erblasen wird, stets ein fehlerhafter, weil er dieselben in Gefahr bringt, nicht ungestört fortbetrieben werden zu können. Wir wollen daher die Umstände, bei denen weifses Roheisen entsteht, näher betrachten:

1) bei leichtflüssigen oder durch Zuschläge leichtflüssig gemachten Erzen, leichten Kohlen und sonst gutem Gange;
2) bei hohem Erzsatz oder Rohgange;
3) bei steilen Rasten, starkem Wind und sonst gutem Gange;

4) bei geringer Hitze des Ofens, aber sonst gaarem Gange;
5) bei unregelmäſsigem Gange, veranlaſst durch ein Rücken und Kippen der Gichten;
6) bei starkem Zusammenpressen (besonders bei dicht liegenden Erzen) der Schmelzmasse im Schacht, wobei sich der Wind nicht genug nach oben verbreitet; also bei weiter, der Beschaffenheit der Erze und Kohlen nicht angemessener Gichtöffnung;
7) bei allen Versetzungen, die auf der Rast oder im Schmelzraum, bei einem sonst richtigen Verhältniſs des Erzes zu den Kohlen, durch unangemessene Windführung entstehen;
8) bei weiten, für den Wind undurchdringbaren Schmelzräumen;
9) bei groſser Abkühlung der Oefen durch Feuchtigkeit und Wasserdämpfe;
10) bei einem sehr groſsen Aschen- und Löschegehalt der Koaks, oder wenn dieselben von stark backenden Kohlen durch die Erzsätze zerdrückt werden, weil sich das Gestell dann nicht erwärmen kann.

Graues Roheisen läſst sich auch bei geringem Erzsatze nur bei einer hohen Temperatur des Ofens erzeugen, weshalb jener so eingerichtet sein muſs, daſs die Kohlen einen noch etwas höheren tragen können, damit der Ofen durch zufällige Ereignisse, wie z. B. durch nasse Erze, schlechte Kohlen, viele Lösche der Koaks, Nachlässigkeiten der Arbeiter, Herabfallen von Rast- und Schachtsteinen etc., nicht sogleich aus der Hitze kommt. Ein abgekühlter Ofen giebt daher nicht sogleich wieder graues Roheisen, so wie ein vorher in starker Hitze befindlicher, übersetzter Ofen nicht sogleich in den Rohgang kommt. Daſs die ersten Abstiche nach dem Anblasen zuweilen weiſses Eisen bei groſsem Kohlenübermaaſs der Gichten geben, rührt daher, daſs der obere Theil des Schachtes noch zu wenig erhitzt ist, und das Erz also nicht gehörig vorbereitet vor die Form kommt. Auch bei abgekühltem Boden kann bei vollem Gaargange weiſses Roheisen entstehen. Aus gleichem Grunde entsteht auch das letztere, wenn der Wind, bei steilen Rasten, bei dichtliegenden, lettigen Erzen, oder bei kleinen Kohlen, nicht ungehindert zur Gichtöffnung aufströmt.

Entsteht das weiſse Roheisen nicht durch zu leichtflüssige Erze, sondern hat die Schlacke die gehörige Farbe und Consistenz, so daſs eine richtige Beschickung vorausgesetzt werden darf, so ist es eine Folge einer fehlerhaften Ofenconstruction, eines Miſsverhältnisses zwischen Wind und Kohlen oder beider. Ist jener im Verhältniſs zu diesen zu stark, sind die Kohlen leicht zerstörbar, so geht der Schmelzpunkt zu sehr in die Höhe und die Hitze ist von demselben bis zur Form nicht stark genug, um das weiſse Roheisen in graues zu verwandeln. Je leichter und je leichter entzündlich die Kohlen

sind, desto eher ist bei zu starkem Winde und bei sonst gehörigem Erzsatz, die Entstehung des weifsen Roheisens, und es kann selbst der Fall eintreten, dafs bei dem geringsten Erzsatz kein graues Roheisen entsteht, weil eine leicht zerstörbare Kohle zu wenig Hitze giebt. Man mufs alsdann dem Winde mehr Pressung geben, indem man eine engere Düse anwendet, indem dadurch die Wirksamkeit des Brennmaterials mehr auf einen Punkt concentrirt wird. Bei schwer entzündlichem Brennmaterial entsteht dagegen nicht leicht weifses Roheisen. Es mufs alsdann vielmehr die Menge des Windes vergröfsert werden, weil, wenn die Verbrennung langsam erfolgt, der Schmelzpunkt zu tief herunter rückt und ungeachtet des richtigen Erzsatzes weifses Roheisen entsteht. Bei leichten Holzkohlen kann ein solcher Fall bei zu weit ausgeblasenen Gestellen, seltner bei zu weiten Düsen eintreten; bei schwer zerstörbaren Koaks, bei zu enger Zustellung und bei zu weniger Pressung des Windes. Man mufs alsdann das Gebläse möglichst verstärken. — Auch kann bei richtigem Erzsatz weifses Roheisen bei gaarer Schlacke dann entstehen, wenn der Schmelzpunkt wegen sehr strengflüssiger Erze oder wegen zu grofser Abkühlung des obern Theils von dem Schachte, oder auch durch gehemmte Windcirculation zu tief liegt. Bei strengflüssigen Erzen mufs das Gestell verengt und erhöht werden, und die Rast darf nicht zu flach sein. Von fehlerhafter Beschickung, schlecht geröstetem Erz, oder von zu grofsen Frzstücken herrührender Strengflüssigkeit, mufs durch Vermeidung des Fehlers und augenblicklich durch Schwächung des Gebläses abgeholfen werden. Bei dicht liegenden Erzen, kleinen Kohlen oder Koaks, die sehr viel Lösche hinterlassen, ferner bei steilen Rasten und weiten Gichten, wodurch das Emporsteigen des Windes verhindert wird, entsteht auch hin und wieder bei der gröfsten Hitze im Gestell weifses Roheisen.

Wird das Gestell bei leichten Kohlen und starkem Gebläse nicht hinlänglich erhitzt, bleibt der Schacht durch eine zu wenig lebhafte Verbrennung der Kohlen zu kalt, kommt das Erz zu schnell und zu unvorbereitet in den Schmelzraum, und erweitert sich dieser zu sehr, so kann bei einem richtigen Erzsatz das weifse Roheisen nicht in graues verwandelt werden. Gewifs ist aber, dafs letzteres stets aus ersterem entsteht und dafs dieses nur einer grofsen Hitze bedarf, um sich in graues umzuwandeln. Weifses Roheisen von nicht übersetztem Gange wird folglich dann entstehen, wenn der Schmelzpunkt entweder zu tief liegt, oder wenn das Roheisen, bei gehörig hoch liegendem Schmelzpunkt, nicht lange genug in concentrirter Hitze verweilt hat, endlich wenn den Koakshohöfen eine zu geringe Windmenge zugeführt wird. Diefs weifse, dichte und körnige Roheisen unterscheidet sich von dem weifsen Roheisen vom übersetzten Gange sehr wesentlich dadurch, dafs es fester und haltbarer als dieses und stets mit gaarer Schlacke verbun-

den ist. Es ist aber wegen seines hohen Siliciumgehalts zum Verfrischen und wegen seiner Dickflüssigkeit zur Förmerei ganz unbrauchbar. Bei Holzkohlenöfen entsteht es selten, oder nur bei strengflüssiger Beschickung, weit eher bei Koakshohöfen. Verminderte Windpressung durch Einlegung weitererer Düsen ist dann ein nothwendiges, aber bei sehr erweiterten Gestellen zugleich sehr gefährliches Mittel.

Das weifse Roheisen vom gaaren Gange erleidet eine Entkohlung; allein ausgenommen, dafs im Schmelzraum die zur Umwandlung desselben in graues Roheisen erforderliche Hitze nicht vorhanden ist, stimmen die übrigen Verhältnisse bei seiner Bildung ganz mit der des letztern überein. — Sehr verschieden sind dagegen die Bedingungen, unter denen das Roheisen von übersetztem Gange gebildet wird. Es scheidet sich dasselbe nicht, wie jenes, vom Gaargange über, sondern erst vor und selbst unter der Form von der Schlacke. Beide Roheisenarten können im äufsern Ansehen ziemlich übereinstimmend sein, allein das letztere wird viel reiner sein als das erstere, und dieses enthält weit weniger Kohle als jenes. Bei niedrigen Holzkohlenhohöfen wird die Entstehung des weifsen Roheisens gewöhnlich nur durch einen zu reichlichen Erzsatz veranlafst, der daher zu vermeiden ist, wenn man graues Roheisen erzeugen will, oder wenn man enge Gestelle anwendet, weil ein anhaltend scharfer Gang des Ofens Versetzungen veranlafst, die sich um so leichter einstellen, je enger das Gestell, je höher der Ofen und je strengflüssiger die Beschickung ist.

Das in höhern Oefen, oder auch bei einer strengflüssigern Beschickung erblasene Eisen enthält weniger Kohle und mehr Mangan und Silicium, als das aus denselben Erzen in niedrigern Oefen, oder auch bei einer leichtflüssigern Beschickung erblasene. Der Grund davon liegt in den Umständen, unter denen der Reductions- und Schmelzprozefs erfolgt. In höhern Oefen ist das Erz zwar länger der Einwirkung der Kohle ausgesetzt, ehe sich das Metall von der Schlacke scheidet, aber es bleibt auch mit der letztern länger in Berührung. In leichtflüssiger Schlacke wird das Roheisen schnell niedersinken und es wird daher weniger Bestandtheile aus dieser aufnehmen, als von einer strengflüssigen und zähen Schlacke, die jedes Roheisenkörnchen umhüllt, ehe es in den Heerd gelangt und mehr Silicium, Mangan etc. an dasselbe abtritt.

Das neutrale oder Spiegeleisen steht auf der Grenze des Gaar- und des Rohganges; während das halbirte Roheisen zwischen dem Spiegel- und dem grauen Roheisen steht und eine Temperaturerhöhung schon eine Ausscheidung von Graphit bewirkt. Bei einer geringen Temperatur-Verminderung sättigt sich das reducirte Eisen nicht vollständig mit Kohle, und bei einer noch geringern ist die Reduction unvollständig. Das Spiegeleisen läfst sich aber nur

bei einer leichten Beschickung anhaltend darstellen, indem nur unter diesen Umständen das Eisen nicht lange in concentrirter Hitze bleibt und eine flüssige Schlacke vorhanden ist. Es enthält daher dieses Roheisen auch weniger Silicium und überhaupt fremde Beimischungen, als das aus denselben Erzen erblasene graue. Bei einem solchen Ofengange wird das Brennmaterial am vollkommensten benutzt, indem beim Gaargange ein Theil der Hitzkraft der Kohlen zur Umwandlung des weifsen Roheisens in graues verwendet werden mufs, bei einem minder gaaren Gange aber ein Theil des Eisens durch die Gebläseluft wieder oxydirt wird und gar nicht zur Reduction gelangt.

Bei wirklichem Rohgange wird ein Theil des Eisenoxyds gar nicht reducirt, und noch viel weniger wird diefs mit dem Manganoxyd und der Kieselerde der Fall sein, weshalb das bei übersetztem Gange erblasene Roheisen noch reiner als das Spiegeleisen ist. Soll daher das Roheisen verfrischt werden und findet der Hohofenbetrieb mit leichtflüssigen und gutartigen Erzen, so wie bei Holzkohlen statt, so ist die Production solchen Roheisens auch vortheilhaft. Sind aber die Erze nicht ganz reine Eisenoxyde (Spatheisenstein, Eisenglanz, Magnet-, Braun- und Rotheisenstein), so enthält das weifse Roheisen stets etwas Silicium, Schwefel und Phosphor, die nur dann beim Frischprozefs abgeschieden werden können, wenn das Roheisen tropfbar flüssig wird, welches aber bei dem weifsen vom übersetzten Gange nie geschieht. Koakshohöfen können, wie schon früher bemerkt, nie einem anhaltenden Rohgange überlassen werden. Eben so mufs er vermieden werden, wenn man Schwefelsäure und Schwefel enthaltende Erze verschmilzt, indem der letztere erst in hoher Temperatur, mit Hülfe der Kohle und bei anhaltender Berührung mit Schlacke, abgeschieden werden kann, welches bei der niedrigen Temperatur des Rohganges nicht der Fall ist, so wie auch bei der Spiegeleisen-Bildung das Metall der chemischen Einwirkung der Schlacke nicht lange genug ausgesetzt bleibt. Erze dieser Art können daher nur bei vollkommenem Gaargange zu grauem Roheisen verschmolzen werden.

Bei phosphorsäurehaltigen Erzen kann aber durch einen Gaargang des Ofens der Phosphor nicht abgeschieden werden, indem sich das phosphorsaure Eisenoxyd und Eisenoxydul schon in derselben niedrigen Temperatur zu Phosphoreisen reduciren, in welcher das oxydirte Eisen selbst durch Kohle reducirt wird. Kalkerde oder irgend eine andere Basis wirken aber in stark erhöheter Temperatur nicht eben so auf Phosphoreisen wie auf Schwefeleisen, sondern der Phosphor bleibt bei dem Eisen zurück und in der Schlacke ist keine Spur davon aufzufinden. Dennoch mufs man bei solchen Erzen den Rohgang vermeiden, um nicht ein zu leicht frischendes Eisen darzustellen.

Da das Spiegeleisen, das halbirte und das zum Weifswerden sehr geneigte graue Roheisen eine weit vollkommnere Benutzung des Brennmate-

rials gestatten und weniger Silicium etc. enthalten, als das aus einer strengflüssigen Beschickung und in starker Hitze des Ofens erblasene graue Roheisen, so mufs das letztere für die Stabeisenbereitung vermieden werden, wogegen es für die Giefsereien nicht zu entbehren ist. Besonders wird es in den Koakshohöfen dargestellt. Es ist dunkelgrau, ins Bläuliche spielend, schreckt sich auch bei schnellem Abkühlen nur wenig ab, ist daher wenig zum Weifswerden geneigt, scheidet wenig Graphit aus und zeigt bei der Analyse einen geringern Graphit- und Kohlegehalt überhaupt, dagegen einen gröfsern an Silicium, als das graue Roheisen von leichtflüssiger Beschickung und bei niedrigern Obergestellen. Es erfordert eine bedeutend gröfsere Hitze beim Umschmelzen, wird sehr flüssig und behält auch bei mehrmaligem Umschmelzen die Eigenschaften des grauen Roheisens, welche das letzterwähnte graue Roheisen leicht verliert. Beide Roheisenarten sind daher in Hinsicht des Kohlegehalts sehr verschieden von einander.

Ein zu gaarer Gang des Ofens kann sehr nachtheilig werden und ist jederzeit mit grofsem Eisenverlust verbunden. Es entsteht eine zähe Schlacke, welche um so leichter ein Ersticken des Ofens herbeiführt, je weiter das Gestell schon ausgeblasen ist, weil der Wind dann nicht mehr durchgreifen kann. Schwächuug des Gebläses ist das einzige dagegen anzuwendende Mittel. Bei Holzkohlenhohöfen ist die Gefahr minder grofs und das Aufgeben von klein gepochter Frischschlacke ein oft sehr wirksames Mittel.

Einflufs der Beschickung auf die Beschaffenheit und das Verhalten des Roheisens und der Schlacke.

Viele Erze bedürfen, um sie leichtflüssiger zu machen und damit nicht ein Theil des darin befindlichen Eisens verschlackt wird, eines Zusatzes oder Zuschlags von Erden. Das Brennmaterial kann alsdann ungleich vortheilhafter benutzt und der Erzsatz bedeutend vergröfsert werden. — Die Temperatur der Schmelzöfen reicht noch nicht hin, um die Erden mittels Kohle zu reduciren, indem das Roheisen nur stets geringe Mengen von Silicium und nur Spuren von andern Erdmetallen zeigt. Es kann ferner die Reduction des reinen Eisenoxyds in einer ungleich niedrigern Temperatur bewerkstelligt werden, als wenn es mit andern oxydirbaren Körpern verbunden ist, indem eine solche Verbindung dem Einflufs der Kohle auf den Sauerstoff oft so entgegenwirkt, dafs die Reduction in den höchsten Temperaturen nur unvollständig erfolgt, indem ein bedeutender Theil des Eisenoxyds immer noch mit in die Schlacken geführt wird. Nun befördert man in den Schmelzöfen die Reduction des Eisenoxyds aus seinen Verbindungen mit andern, weniger leicht reducirbaren Oxyden vermittelst der Kohle dadurch, dafs jene Verbindung durch den Zusatz eines andern Oxyds zerstört wird, welches die Stelle

des Eisenoxyds in derselben ersetzen kann. Mehrere von diesen Verbindungen bedürfen zu ihrer Bildung sehr verschiedener Temperaturgrade, so daſs manche in den höchsten Temperaturen unserer Oefen sich zu keiner homogenen Masse vereinigen lassen, indem dazu erforderlich ist, daſs die Oxyde wirklich zu Gläsern oder Schlacken verschmolzen werden. Einfache Erden aber können in der Temperatur der Schmelzöfen nicht dahin gebracht werden, und manche Gemenge geben auch nur Fritten. Wendet man sie aber in den andern Verhältnissen an, oder fügt man dem Gemenge zuweilen noch eine andere Erdart hinzu, so bilden sie schon in niedrigen Temperaturen mehr oder weniger schmelzbare Gemische. Da nun das Eisenoxyd viel leichtflüssiger als die Erden ist, so befördert es die Schmelzung derselben, und diese Neigung des erstern, mit letztern Gläser oder Schlacken zu bilden, wirkt seiner Reduction durch die Kohle entgegen. Um daher diese vollständig zu bewirken, muſs eine andere Erde oder ein anderes, schwer reducirbares, aber mit den Erden leichtflüssige Schlacken gebendes Metalloxyd (Manganoxyd) angewendet werden. Je strengflüssiger ferner die Schlacke ist, desto weniger Eisenoxyd kann reducirt werden, weshalb die Verbindung der Erden stets so gewählt werden muſs, daſs die Schlacke leichtflüssig wird. Wenn daher die Wirkung der Kohle in Folge der Temperaturerhöhung und von einem Oxyde unterstützt wird, welches die Vereinigung der Erden in dieser Temperatur möglich macht, so erfolgt eine vollständige Reduction des Oxydes. Dieselbe kann bei zweckmäſsig gewählten Zusätzen in einer niedrigern Temperatur stattfinden, oder auch man kann das Verhältniſs des Erzes zu den Kohlen beträchtlich erhöhen, weil die Erden zur Verschlackung die höhere Temperatur nicht mehr nöthig haben, so daſs das Eisenoxyd als in einem freien und ungebundenen Zustande vorhanden zu betrachten ist. Daher wird durch zweckmäſsig gewählte Zuschläge das Brennmaterial vortheilhafter benutzt, und der dabei zu berücksichtigende Hauptgesichtspunkt ist der, daſs die Reduction des Eisenoxyds in einer möglichst niedrigen Temperatur stattfinde.

Das Verhältniſs des Erzes zu den Kohlen kann nur für eine bestimmte Beschaffenheit der Beschickung die erwartete Wirkung hervorbringen; ändert man die letztere, selbst bei gleichbleibendem Eisengehalt, so wird sie entweder leicht- oder strengflüssiger, und es muſs dann, um dieselbe Roheisenart zu erhalten, ein anderer Erzsatz genommen werden. — Zu einer leichtflüssigen Beschickung darf man jedoch nicht die natürlichen und die künstlichen Eisenoxyd-Silicate, welche letztern die Frischschlacken sind, rechnen; eben so wenig auch zu stark geröstete und zu Silicaten umgeänderte Erze. Alle diese Körper schmelzen sehr leicht, reduciren sich zum Theil aber erst nach dem Schmelzen, weshalb es schwierig ist, ihren Eisengehalt

darzustellen. Ferner gehört zu einer leichtflüssigen Beschickung auch eben so wenig das Verhalten der ganz weichen Erze, der fast reinen natürlichen Eisenoxyde, des Magneteisensteins, des Eisenglanzes, des reinen Braun- und Rotheisensteins. Auch diese Erze lassen sich auf graues Roheisen nicht benutzen, weil das Roheisen, wegen mangelnder Schlacke, keinen Schutz gegen den Windstrom findet und daher zum Theil gefrischt und zum Theil oxydirt wird. Solche Erze müssen daher entweder mit ärmern gattirt, oder es mufs ihnen ein unhaltiger leichtflüssiger Zuschlag, wie z. B. reine Ofenschlacke, gegeben werden.

Bei einem Rohgange läfst sich die gröfsere oder geringere Leichtflüssigkeit einer Beschickung nicht beurtheilen, weil dabei ein grofser Theil des Eisenoxyds im Erz entweder noch nicht reducirt, oder wenigstens das reducirte Eisen noch nicht mit Kohle gesättigt ist, weshalb auch die Scheidung des Metalles von der Schlacke zu spät vor, oder erst unter der Form erfolgt. Das noch nicht reducirte, oder durch Oxydation des Eisens wieder gebildete Oxydul dient in diesem Fall zur Beförderung der Schmelzung der Schlacke. Jedoch mufs man nicht annehmen, dafs Schlacke vom Rohgange, wenn sie nicht blos aus Kieselerde und Eisenoxydul besteht, deshalb das letztere aufnimmt, weil zuviel Kieselerde vorhanden ist, um die die Schlacke bildenden Basen zu sättigen. Wäre diefs der wahre Grund des Erfolgs, so würde sich gar kein gaares Eisen erzeugen lassen. Allein bei erhöheter Temperatur im Ofen erfolgt aus derselben Beschickung ein ganz graues Eisen mit völlig eisenfreier Schlacke. Es ist folglich diejenige Beschickung die zweckmäfsigste, bei welcher der Ofen die Temperatur des Gaarganges erhalten kann; sie wird zugleich in jener Temperatur das leichtflüssigste sein. Die unter der angegebenen Bedingung für ein gegebenes Eisenerz aufgefundene Beschickung gilt nur für einen bestimmten Ofen und bei einer bestimmten Windmenge, und für andere Varhältnisse derselben wird sich der Zuschlag auch ändern müssen.

Ein gutes empirisches Mittel, um für ein bestimmtes Erz einen bestimmten Ofen und eine bestimmte Windmenge die Beschickung zu finden, bei der beim Gaargange die Kohlen den stärksten Erzsatz tragen können, besteht darin, mit dem Zusatz des Zuschlages, in sofern das Maximum nicht schon erreicht ist, so lange zu steigen, als man den Erzsatz noch verstärken kann, um ein vollkommen gaares, d. h. ein in graues übergehendes Spiegelroheisen zu erhalten. Zuviel Zuschlag veranlafst einen Rohgang. Hat man auf diese Weise die zweckmäfsigste Beschickung ausgemittelt, so vermehrt man den Erzsatz etwas, wenn man ein für den Frischprozefs am meisten geeignetes Roheisen produciren will, welches bei leichtflüssiger Beschickung erblasen und weniger Silicium etc. enthalten wird. Will man aber graues Roheisen für

den Giefsereibetrieb gewinnen, so macht man die Beschickung etwas strengflüssiger und vermindert den Erzsatz. — Die Erze müssen bei solchen Probeschmelzen schon bekannt sein, ist diefs aber mit ihrem Verhalten beim Verschmelzen im Grofsen noch nicht der Fall, so mufs die Art und Menge des Zuschlags durch Versuche ausgemittelt werden. Vorläufig dienen dazu die sogen. Beschickungsproben, bei denen auf die oben angegebene Weise verfahren wird, indem man Zuschläge, welche nach der Beschaffenheit des Erzes als die zweckmäfsigsten erkannt werden (Kalkerde, Thon oder beide) zu denselben mengt und die Probe in Kohlentiegeln unter einer Kohlenstaubdecke schmilzt. Die am besten geflossene und am meisten Roheisen gebende Probe giebt das zweckmäfsigste Verhältnifs des Zuschlags an, welchen man anfänglich beim Ofenbetrieb zusetzt. Ist der Ofen nach einigen Wochen in völliger Hitze, so mittelt man das Zuschlagsverhätnifs aus, bei welchem die Beschickung am leichtflüssigsten ist.

Da über den Erfolg der Reduction die Temperatur allein entscheidet, so wird jener bei jeder Beschickung vollständig stattfinden, wenn eine jede derselben bis zu dem ihrer Beschaffenheit angemessenen Temperaturgrade erhitzt wird.

Ueber die Schlackenbildung können wir hier nur die wichtigsten Sätze mittheilen, da die neuerlich darüber gemachten Erfahrungen uns einen ziemlich tiefen Blick in dieselbe haben thun lassen. Nur diejenigen Schlakken, welche Kieselerde, oder Kiesel- und Thonerde enthalten, sind bei den Temperaturgraden unserer Oefen schmelzbar, und sollen die Schlacken nicht zu strengflüssig ausfallen, so läfst sich ein gewisses Verhältnifs Kieselerde nicht überschreiten; ohne Kieselerde sind Erden und Metalloxyde ungemein strengflüssig. Einige Silicate sind strengflüssiger als andere; die der Erden mit einer Basis gehören zu den strengflüssigsten, wogegen die, in denen die Kieselerde mit vielen Basen vereinigt ist, in der Regel die leichtflüssigsten sind.

Verbindungen von Silicaten mit Schwefelmetallen hat man bei den Schlacken aufgefunden, und es ist bemerkenswerth, dafs sich die Erden, mit Schwefelsäure verbunden, in der erhöhten Temperatur, durch Einflufs der Kohle, ungemein leicht zu Metallen reduciren, welche mit dem Schwefel aus der Schwefelsäure (wenigstens mit dem gröfsten Theil desselben) verbunden bleiben und sich in diesem Zustande dann mit den oxydirten Verbindungen verschlacken. — Im Allgemeinen nähern sich die Hohofenschlacken am meisten Bisilicaten; allein theils haben wir nur wenig sichere Schlackenanalysen und theils haben sie auch wenig Interesse, weil sie nicht darüber Aufschlufs geben können, ob die Schlacken von einer zweckmäfsig gewählten

Beschickung gefallen sind, indem fast bei einer jeden gaares Roheisen erfolgen kann.

Aus den vielen angestellten Analysen ergiebt sich, dafs sich die vom Holzkohlenbetrieb mehr den Bisilicaten, und die vom Koaksbetriebe mehr den einfachen Silicaten nähern, dafs aber die Natur der Basen, bei einerlei Gange des Ofens, über das Verhältnifs der Kieselerde zu den andern Erden und Metalloxyden in der Schlacke entscheidet. Die Thonerde-Silicate scheinen die Flüssigkeit der Schlacken sehr zu befördern, wenn sich gleichzeitig Kalk- und Bittererde-Silicate bilden. — Die blaue Färbung der Hohofenschlacken soll von dem Titanoxydul oder von der Vanadinsäure veranlafst worden sein.

Alle bei einem sehr gaaren Gange erblasene Schlacken verlieren das glasige Ansehen, werden krystallinisch und steinig; so wie alle gaaren glasartigen Schlacken, durch anhaltendes, starkes Glühen in verschlossenen Tiegeln, ebenfalls ein steinartiges Ansehn erhalten und die vorher gar nicht oder wenig gefärbten Gläser häufig dunkelblau, grün und gelblich werden. — Gaare, wenig oder gar kein Eisenoxydul enthaltende Schlacken blähen sich ungemein stark auf und bilden eine bimsteinartige, lockere, poröse, etwas Schwefelwasserstoffgas entwickelnde Masse, wenn sie glühend mit Wasser begossen werden.

Maafregeln bei vorübergehender Einstellung oder bei gänzlicher Beendigung des Betriebes.

Soll während des Betriebes ein neuer Dammstein eingesetzt werden, so wird das Gestell von allem flüssigen Eisen entleert, vollständig gereinigt, der alte Dammstein schnell weggebrochen und der neue, parat gehaltene eingeschoben.

Da der Tümpelstein dem Wechsel der heifsen und der kalten Luft sehr unterworfen ist, so müssen Tümpelplatte und Tümpeleisen oft mit neuen ausgewechselt werden, welches nur dann Schwierigkeiten hat, wenn der Tümpel sehr stark ausgebrannt und das Gestell dadurch so erweitert ist, dafs der Wind nicht mehr durchdringen kann. Bei Massengestellen wendet man folgendes Verfahren an: Die Tümpelplatte wird zunächst oberhalb, nach dem Vorheerd zu, etwas vorgezogen, die Kohlen werden mit der noch rückständigen alten Tümpelmasse stellenweis weggeräumt und in die so entblöfsten Stellen vorräthige Ballen aus feuerfester Masse eingedrückt und mittels hölzerner Stangen möglichst fest und tief eingestampft. So wird fortgefahren und dabei die Tümpelplatte, damit die Kohlen unterhalb nicht vordrücken, nach und nach mehr geneigt, bis sie zuletzt ganz umgelegt und vorgezogen werden kann, nachdem der gröfsere Theil des Tümpels bereits neu und in einer Stärke von 15 Zollen ergänzt ist. Darauf wird der untere

Theil in derselben Art eingebracht nnd zuletzt die neue Tümpelplatte, an welche, um der Masse die gröfsere Haltung zu geben, mehrere Zoll lange Zacken angegossen sind, mit dem angegossenen Tümpeleisen, nachdem sie zuvor mehrere Zoll stark mit feuerfester Thonmasse bekleidet ist, eingesetzt, durch kräftige Schläge gegen dieselbe mit einem starken hölzernen Balken fest gegen den neuen Tümpel angerammt, und sodann in gewöhnlicher Art verkeilt und vermauert. Die Masse besteht aus 2 Theilen gepochten feuerfesten Ziegeln, 1 Th. frischem feuerfestem Thon und 1 Th. gepulverten alten, unbrauchbaren Graphittiegeln oder Graphit. — Bei einem aus Steinen bestehenden Gestell ist das Einsetzen eines neuen Tümpels weit leichter.

Ist der Schmelzraum so sehr erweitert, dafs man nur mit einem grofsen Schmelzmaterialien-Aufwande noch graues Roheisen darstellen kann, oder wenn häufiges Kippen der Gichten oder andere Umstände eine Betriebseinstellung erfordern, so schreitet man zum Ausblasen. Man giebt alsdann keine Gichten mehr auf, läfst die Schmelzsäule ganz heruntergehen und stellt, sobald die letzten einrücken, das Gebläse ab, um den Ofen langsam erkalten zu lassen. Darauf wird das Gestell, nebst der mit dem Bodenstein verwachsenen, aus halbgefrischtem, mattem Eisen bestehenden sogen. Eisensau, ausgebrochen und ein neues Gestell nebst neuer Rast eingesetzt, auch, wenn es erforderlich, das Schachtfutter reparirt.

Soll ein Ofen, wegen Materialienmangel, wegen Reparatur des Gebläses etc., nur eine Zeit lang aufser Betrieb gesetzt werden, so wird er gedämpft. Man bedeckt dann die Gicht und verschliefst den Vorheerd, so wie die Formöffnungen, aus denen vorher die Formen genommen worden sind. Von Zeit zu Zeit giebt man Kohlengichten auf, um die durch das Einsinken der Schmelzsäule entstehenden leeren Räume auszufüllen. Auf diese Weise läfst sich ein Holzkohlenhohofen mehrere Wochen erhalten. Bei Koakshohöfen ist es jedoch mit Schwierigkeiten verbunden und erfordert viel Sorgfalt. — Soll ein in gutem Betriebe befindlicher Ofen längere Zeit gedämpft bleiben, so giebt man so viel leere Kohlengichten nach, bis der ganze Ofen damit gefüllt ist. Dann setzt man das Gebläse in Stillstand, nimmt die Formen heraus, reinigt den Heerd, verschliefst die Oeffnungen, ersetzt die niedergebrannten Kohlengichten und öffnet den Heerd täglich, um ihn von Schlacken zu reinigen.

Die Dauer einer Campagne richtet sich nach der Feuerbeständigkeit des Gestelles, der Rast und des Schachts, nach der Menge der vorhandenen Schmelzmaterialien und nach vielen andern Umständen. Je regelmäfsiger der Betrieb ist, desto weniger leiden Schacht und Gestell, und daher dauern manche Campagnen nur Wochen, während andere Jahre lang fortgesetzt werden können.

Betriebsresultate der Hohöfen.

Wir sahen, dafs die Betriebsvorkehrungen bei den Hohöfen verschieden sind, je nachdem graues oder weifses Roheisen dargestellt werden soll. Zu letzterm sind weite Schmelzräume, leicht reducirbare und locker liegende Erze, leichtflüssige Beschickungen und Brennmaterialien, die nicht viel und nicht strengflüssige Asche zurücklassen, erforderlich. Dagegen ist es zweckmäfsig, graues Roheisen zu produciren, wenn Koaks, grofse Oefen, strengflüssige Beschickungen und schwefelhaltige Erze und Koaks angewendet werden müssen, und wenn das Roheisen zur Giefserei benutzt werden soll.

Das weifse Roheisen, welches immer nur zur Verarbeitung zu Stabeisen und Stahl benutzt wird, leitet man, wenn es Spiegeleisen ist, beim Abstechen in parallelepipedische Sandformen. Weifses Roheisen vom übersetzten Gange aber (Flofs, Flossen) füllt die Formen nicht aus und wird daher auf ein im Arbeitsgewölbe befindliches Sandbette geleitet, auf welchem es sich vor seinem Erstarren ausbreitet. — Beim grauen Roheisen unterscheidet man in England das zur Gieferei und das zum Verfrischen bestimmte. Ersteres wird bei strengflüssigen Beschickungen, bei hohen und engen Zustellungen und bei einem recht gaaren Ofengange erblasen, und in manchen Hütten unterscheidet man noch 2 bis 3 Sorten, die sich in der Regel nur auf die Verschiedenheit der angewendeten Erze und Koaks beziehen. — Das zu verfrischende graue Roheisen, welches am besten an der Grenze des Spiegeleisens steht, bei welchem man aber auch, nach den verschiedenen Graden der gaaren Beschaffenheit, 2, 3 oft 4 Sorten unterscheidet, wird bei leichtflüssigen Beschickungen, bei weitern Zustellungen (häufig ohne Obergestell) und bei einem etwas hohen Erzsatz erblasen.

Bei graues Roheisen producirenden Holzkohlenhohöfen macht man hin und wieder ähnliche Unterschiede, indem man graues, halbirtes und weifses oder grelles Roheisen unterscheidet. Das zweite ist eine, durch den Uebergang in graues Roheisen gestörte Spiegeleisenbildung, das letztere entsteht durch zufällige Unregelmäfsigkeiten beim Ofengange, oder auch wohl, wenn man für einzelne Gufswaaren ein härteres Roheisen darstellen will. — Man sticht das zu verfrischende graue Roheisen in parallelepipedische Sandformen (sogen. Gänze) ab; wogegen das zur Giefserei bestimmte entweder unmittelbar in die Giefsformen geleitet, oder aus dem Vorheerde ausgeschöpft, oder in Giefskellen abgestochen, oder endlich, wenn es wieder umgeschmolzen werden soll, in Formen gebracht wird, welche der künftigen Bestimmung des Roheisens entsprechen.

In manchen Gegenden, z. B. in Schweden, löscht man die noeh glühenden, so eben erst erstarrten Gänze von grauem Roheisen in fliefsendem kalten

Wasser ab, um dadurch eine theilweise Umänderung des grauen Roheisens in weifses zu bewirken und dadurch den Frischprozefs etwas zu beschleunigen. In einigen Gegenden Süddeutschlands sticht man das graue Roheisen in eine Grube ab, begiefst es mit Wasser und hebt es mittels einer Forke scheibenweis aus der Grube, indem man den Wasseraufgufs nach jedesmaliger abgehobener Scheibe erneuert. Durch diese, Scheiben-, Blattl- oder Plattlreifsen genannte Operation erstarrt eine Lage von dem Roheisen plötzlich, wird weifs und läfst sich abheben. Je nachdem mehr oder weniger Wasser angewendet wird und je nachdem das Roheisen bei einem stärkern oder geringern Gaargange erblasen worden ist, fallen die Scheiben stärker oder schwächer aus.

Die Schlacken welche abgeworfen werden müssen und die bei Oefen, aus deren Heerde das Eisen zum Vergiefsen ausgeschöpft wird, enthalten sehr viel Eisenkörner mechanisch eingemengt, und die abfliefsende, so wie die Schlacke aller übrigen Oefen (besonders auch der Blauöfen) enthält theilweis auch Eisenkörner und nur die von selbst abfliefsende ist rein davon. Um dieselben zu gewinnen, werden die Schlacken in sogen. Schlackenpochwerken zerstampft und das leichtere Pochmehl von den schwerern Eisenkörnern (sogen. Wascheisen) durch fliefsendes Wasser getrennt.

Die Menge des in einem gewissen Zeitraum (24 Stunden, 1 Woche) aus einem Hohofen erfolgenden Roheisens hängt von vielerlei Verhältnissen ab. Die Höhe und Weite der Oefen hat an und für sich keinen Einflufs darauf, wenn nicht die Stärke der Gebläse damit im Verhältnifs steht; indem hohe und weite Oefen bei schwachen Gebläsen ihren Zweck nicht erreichen, und bei niedrigen und engen Oefen grofse Windmassen nicht angewendet werden dürfen, wenn die Erze nicht völlig unvorbereitet in den Schmelzraum gelangen sollen.

Die Beschaffenheit der Erze ist zuvörderst zu berücksichtigen, indem arme Erze bei gleichem Gichtenwechsel nicht so viel Eisen geben können, als reiche. Man verschmilzt aber Erze, die weniger als 20 und mehr als 50 Procent Eisen enthalten, und ein Eisengehalt von 33 bis 40 Proc. scheint das beste Verhältnifs zu sein, weil sehr reiche Erze zu wenig Schlacke enthalten und das Eisen nicht gehörig gegen Oxydation zu schützen vermögen, zu arme Erze aber einen schwierigen Ofenbetrieb veranlassen und zu schlechte Resultate geben. Von fernerm grofsen Einflufs auf die Productionsmenge ist auch die mehr stein- oder die mehr erdartige Beschaffenheit der Erze, indem erstere einen stärkern Gichtenwechsel veranlassen als die letztern, und endlich ist diefs auch bei leichtreducirbaren und leichtflüssigen Beschickungen, gegen strengflüssige, der Fall.

Nicht weniger Einflufs auf den Gichtenwechsel hat auch die Beschaffenheit des Brennmaterials. Kleine Kohlen vermindern, gröbere vermehren den Gichtenwechsel; schwer entzündliche können bei derselben Windmenge nicht so schnell verbrannt werden, als leicht entzündliche, und letztere gestatten nicht die Anwendung einer grofsen Windmenge, weil sie ohne vollständige Benutzung der Heizkraft verbrennen würden. — Weite Gichtenöffnungen erschweren bei gleichen Windmengen das Niedersinken der Sätze, während enge Gichten dasselbe befördern.

Vorzugsweise wird aber der Gichtengang und die Gröfse der Production durch die Stärke des Gebläses bestimmt, welche jedoch ihre durch die Dimensionen der Oefen und die Beschaffenheit der Kohlen gebotenen Grenzen hat. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der in dieser Beziehung ziemlich feststehenden Erfahrungssätze.

Höhe der Hohöfen. Fufs.	Windmenge in der Minute. Kubikfufs.	Wöchentliche Production. Preufs. Centner.
	Holzkohlenhohöfen	
18 bis 24	300	180 bis 200, höchstens 300
25 — 30	900 bis 1000	400 — 800
30 — 40	800 — 1200	600 — 1200
	Koakshohöfen	
35 — 40	1500	400 — 800
40 — 50	2000 bis 3000	1500 — 2000

Die Production ist nach der Streng- oder Leichtflüssigkeit, dem Eisengehalt und der Lockerheit der Beschickung verschieden.

Ein sehr wichtiger Gegenstand ist der, die Brennmaterialienmenge zu kennen, welche zu einer gewissen Quantität Roheisen erfordert wird, weil die Kosten für jenes gewöhnlich die bedeutendsten beim Ofenbetriebe sind. Der Brennmaterialienverbrauch hängt aber nicht allein von dessen Beschaffenheit, sondern auch von der Reichhaltigkeit der Erze, von der Schmelzbarkeit der Beschickung, von der Art des darzustellenden Roheisens, von der Weite des Schmelzraumes und von den Dimensionen des Schachtes ab. Weite Gestelle und enge Gichten, graues und sehr heifs erblasenes Eisen erfordern mehr Brennmaterial, als dem Spiegeleisen nahe stehendes, oder von einem

wenig übersetzten Ofengange. Höhere Oefen mit stärkerm Gebläse vermindern ebenfalls den Kohlenverbrauch; eben so locker liegende Erze.

Zur Erzeugung von 100 Pfund Roheisen sind, je nach der Beschaffenheit der Erze, der Art des darzustellenden Roheisens, der Construction der Oefen und der Art der Windführung, 16 bis 25 Kubikfufs oder 160 bis 300 Pfund Kohlen von Nadel- und andern weichen Holzarten, oder 7 bis 16 Kubikfufs, oder 100 bis 120 Pfund Kohlen von harten Hölzern, oder endlich 7,5 bis 9,5 Kubikfufs oder 200 bis 290 Pfund Koaks erforderlich. Mehrere Formen vermindern den Kohlenverbrauch gegen nur eine.

Bei einem guten Hüttenhaushalt mufs der Hohofen in Rücksicht auf die zu verarbeitenden Materialien und des Products, genau controlirt werden. Die Kohlen werden ihm nach dem Maafs und dem Gewicht gegeben, und da jede Gicht ihr bestimmtes, unveränderliches Kohlenquantum enthält, so läfst sich der Kohlenverbrauch nach der Menge der Gichten bestimmen, welche in jeder Arbeitsschicht niedergehen. Die Erze werden in der Regel zu bestimmten Zeiten nach dem Maafs vorgelaufen. Eine zweite Controle des Erzverbrauchs erfolgt durch das Abwiegen zu jeder Gicht, indem das mittlere Durchschnittsgewicht eines gewissen Maafses durch Probenwägungen bekannt ist, so dafs das verbrauchte Gewicht leicht auf das verbrauchte Maafs reducirt werden kann. In derselben Art wird auch bei den Zuschlägen verfahren. Aus dem jedesmaligen Erzsatz und aus der Zahl der Gichten bestimmt sich der Erzverbrauch in jeder Schicht. Alle diese Notizen werden an der Hüttentafel bemerkt, auch das Eisen von jedem Abstich abgewogen und in das Wagebuch eingetragen. Aus diesen täglichen Notizen wird dann die Schmelztabelle mit folgenden Columnen angefertigt: 1. Laufende Nummer der Blasewochen mit dem täglichen Materialienverbrauch; 2. tägliche Gichtenzahl; 3. Gewicht und Maafs der verschiedenen, täglich verschmolzenen Erze, woraus man die Beschickung ersehen kann; 4. Gewicht und Maafs des täglich verbrauchten Zuschlags; 5. tägliches Kohlenverbrauchsquantum; 6. tägliche Roheisenproduction; 7. Pressung und Temperatur des Windes; 8. Anzahl der Gebläsewechselungen; 9. allgemeine Bemerkungen über die Beschaffenheit der Kohlen und Erze, des Baro- und Thermometerstandes, endlich über Vorfälle beim Hohofenbetriebe. — Beim Anfang jeder Campagne müssen die Dimensionen des Hohofens genau notirt und in eine Zeichnung eingetragen werden.

Die Anwendung nicht verkohlter Brennmaterialien beim Ofenbetriebe.

Der zunehmende Werth des Holzes, der mit dessen Verkohlung verbundene Verlust an Brennstoff und die Kosten der Verkohlung, haben man-

cherlei Versuche, die Eisenerze bei rohem Holz zu verschmelzen, wiederholt zur Folge gehabt. Im Allgemeinen sind jedoch diese Versuche nicht zu Gunsten des rohen Holzes ausgefallen obgleich nach theoretischen Ansichten, das unverkohlte Brennmaterial im Ofenschacht eine gröſsere Wirkung hervorbringen muſs, als die daraus durch einen besondern Prozeſs gewonnene Kohle.

Ob das rohe und nur lufttrockne, oder das gedörrte, oder das halbverkohlte Holz den gröſsten Effect beim Hohofenbetriebe hervorbirngt, darüber herrschen noch verschiedene Ansichten; jedoch darf wohl als ausgemacht angenommen werden, daſs das rohe Holz das unwirksamste sein muſs, weil es bis zur Dörrhitze nur Wasserdämpfe entläſst, zu deren Bildung und Verflüchtigung der Ofenschacht die Wärme würde hergeben müssen. Diese Verschiedenheit der Ansichten beweist übrigens, daſs die vorhandenen Erfahrungen noch kein zuverlässiges Urtheil gestatten, bis zu welchem Grade die freiwillige Zersetzung des Holzes durch äuſsere Wärme fortgeschritten sein muſs, damit das Holz bei der Reduction der Eisenerze in den Schachtöfen den gröſsten Effect leiste. Jedoch hängen von dem letztern die ökonomischen Vortheile bei der Anwendung des rohen, oder des mehr oder weniger verkohlten Holzes durchaus nicht unmittelbar ab, vielmehr richten sich dieselben hauptsächlich nach örtlichen Verhältnissen, und besonders werden sie durch die Transportkosten bestimmt, welche oft so hoch sein können, daſs man den Holzkohlen den Vorzug vor dem unverkohlten Holze zu geben und auf die Vortheile der vollständigen Benutzung der Brennkraft bei diesem, zu verzichten. Dazu kommt noch, daſs der Betrieb mit unverkohltem Holz weit schwieriger, als der mit Kohlen ist.

Es scheint daher nicht, daſs die Anwendung des lufttrocknen Holzes, ohne Mitanwendung von Holzkohlen, einen dauerhaften und regelmäſsigen Ofenbetrieb gestatte; am zweckmäſsigsten scheint es zu sein, etwa $\frac{2}{5}$ der Holzkohlen durch ein Aequivalent von lufttrocknem Holz zu ersetzen. Es wird dasselbe in regelmäſsige Stücke von 8 bis 10 Zoll Länge gespalten und die Stücke werden beim Aufgeben der Kohlengichten von den Holzkohlen eingeschlossen, so daſs sie eine Grundlage und eine Decke von denselben erhalten.

Das Aequivalent von Holz für Holzkohlen läſst sich auf folgende Weise bestimmen: 100 Pfund Kohlen scheinen beim Hohofenbetriebe der Wirkung von 250 Pfund von dem Holze, aus welchem sie bereitet, gleichgestellt werden zu können. Da nun ein Kohlenausbringen von 20 Gewichtsprocenten aus dem Holz schon ein recht günstiges Resultat geben, so erfordern 100 Pfd. Kohlen 500 Pfd. Holz, weshalb also durch die Verkohlung die Hälfte der Brennkraft des Holzes für den Ofenbetrieb verloren geht. Dem Volum nach läſst sich annehmen, daſs 20 Kubikfuſs Holzkohlen in der Wirkung 22 Ku-

bikfufs desjenigen Holzes gleich zu stellen sind, woraus sie bereitet wurden, und dafs 40 Kubikf. als Holzkohle durch 20 Kubikf. unverkohltes Holz ersetzt werden. — Diese Resultate fordern daher sehr zur Anwendung des rohen Holzes beim Hohofenbetriebe auf.

Torfkohle oder rohen Torf mit einigem Erfolge bei Ofenbetriebe anzuwenden, hat bis jetzt noch nicht gelingen wollen. Die Torfkohle zertrümmert zu leicht und hemmt das Aufsteigen der Gase in den Schacht, und der rohe Torf enthält auch im lufttrocknen Zustande so viel hygroskopisches Wasser, dafs durch dessen Verdampfung der Effect des Torfes in hohem Grade vermindert wird. Der die meiste Hitzkraft besitzende schwarze und schwarzbraune Torf scheint im gedörrten Zustande, wenn er nicht zu viel Asche enthält, ein sehr gutes Brennmaterial für die Hohöfen zu sein, jedoch fehlt es an Erfahrungen und Nachrichten darüber, um seinen Effect mit dem der Holzkohlen vergleichen zu können.

Steinkohlen können nur dann im rohen Zustande beim Hohofenbetriebe angewendet werden, wenn sie sehr wenig Schwefelkies enthalten, wenig Asche beim Verbrennen hinterlassen, eine hinreichende Festigkeit besitzen, um sich nicht leicht zerkleinern zu lassen oder beim Verbrennen zu zerspringen, und wenn sie zu den Sand- und Sinterkohlen gehören. Backkohlen sind dagegen unanwendbar, da sie ein Hängenbleiben der Gichten und gefährliche Explosionen veranlassen. Hauptsächlich ist es der Anthracit, die kohlenstoffreichste Kohle, welche zur unmittelbaren Anwendung beim Ofenbetriebe tauglich ist. — Nach den in Südwales gemachten Erfahrungen sollen 100 Pfund Roheisen mit Hülfe der erhitzten Gebläseluft nur 138 bis 140 Pfund Anthracit erfordern. Die damit betriebenen Hohöfen sind 40 Fufs hoch, 10 Fufs im Kohlensack (der bis nahe an die Gicht fast cylindrisch in die Höhe geführt ist) und 6 Fufs auf der Gicht weit; sie haben 3 Formen, $2\frac{3}{4}$ bis 3 Zoll weite Düsen und erhalten Wind von $2\frac{1}{4}$ Pfund Pressung auf den Quadratzoll, und bis auf 600° F. (315° C.) in besondern Wärmeöfen erwärmt, zugeführt. Minder stark erhitzter Wind führt sogleich den Rohgang herbei. Es sollen etwa 200 Gewichtstheile Koaks durch 250 Th. Steinkohlen ersetzt werden.

An einigen Orten ist es, der Preise wegen, vortheilhaft, die Holzkohlen theilweis durch Koaks zu ersetzen und beide im Gemenge, mit einem Winde von mittlerer Pressung, anzuwenden. Jedoch ist der Effect der Koaks in solchem Gemenge nicht so grofs, als wenn sie allein angewendet werden.

Betrieb der Oefen mit erhitzter Luft.

Die gröfsere oder geringere Entzündbarkeit eines Brennmaterials erfordert auch eine gröfsere oder geringere Dichtigkeit des Windes, wenn das

Brennmaterial seine gröfste Heizkraft entwickeltn soll. Eine vermehrte Windpressung erhöht die Heizkraft der Holzkohlen, und einer geringen Windmenge mit starker Pressung mufs vor einer grofsen Windmenge mit schwacher Pressung beim Hohofenbetriebe der Vorzug gegeben werden, wenn der Betrieb mit der gröfsten Ersparung von Brennmaterial geführt werden soll. Pressung und Quantität des Windes müssen aber in einem gewissen Verhältnisse stehen, weil geringe Windmengen, auch bei der stärksten Pressung, sehr concentrirte Schmelzräume erfordern würden, die nicht lange erhalten werden könnten, und weil durch geringe Windquantitäten weder der Schmelzraum, noch, vermittelst desselben, der Theil des Schachtes über dem Schmelzraume hinreichend erhitzt werden könnten. Niemals sollte die Pressung geringer sein, als sie der Beschaffenheit des Brennmaterials angemessen ist, und sind die Maschinenkräfte unzureichend, um eine solche Pressung nebst einer angemessenen Windmenge hervorzubringen, so ist ein unvortheilhafter Ofenbetrieb, nämlich ein vergröfserter Brennmaterialien-Aufwand, nicht zu vermeiden. Eine geringe Pressung wird nur dann beibehalten werden können, wenn gröfsere Windmengen in den Schmelzraum geführt werden, und diefs geschieht gewöhnlich, wenn man in einer gewissen Zeit eine möglichst hohe Roheisenerzeugung zu erlangen bemüht ist. Vortheilhafter würde es freilich sein, auch die Geschwindigkeit des Windes zu erhöhen. Nimmt man an, dafs die vergröfserte Production eines Hohofens, durch vermehrte Anzahl der in einer gewissen Zeit in den Schmelzaum gelangenden Gichten, einen gröfsern Kohlenverbrauch veranlafst, so kann ein solcher Erfolg nur in dem Mifsverhältnisse der Pressung zur Menge des Windes, oder in dem der letztern zu den Dimensionen des Schachtes begründet sein. Wollte man einem niedrigen Ofen grofse Windmengen zuführen, so würden die Gichten ganz unvorbereitet in den Schmelzraum gelangen, wogegen geringe, Windmengen einem hohen Ofen zugetheilt, die Schmelzsäulen im Schachte nur unvollkommen durch die wenigen, aus dem Schmelzraum aufsteigenden, glühenden Gase erhitzt werden können.

Wenn auf diese Weise für die Quantität des Windes eine Grenze des Minimi und des Maximi vorhanden sein dürfte, so scheint dieselbe für die Geschwindigkeit, mit welcher der Wind dem Schmelzraume des Ofens zuzuführen ist, nur erst hinsichtlich des Minimi gefunden zu sein. Eine Vergröfserung der Geschwindigkeit bei gleichbleibender Windmenge sollte, nach theoretischer Ansicht, unter den Verhältnissen, wie der Wind in den Schmelzraum gelangt, niemals von Nachtheil sein können. In der Anwendung wird man sich gern mit einer Windpressung begnügen, die von dem Minimo derselben nicht sehr entfernt ist, theils um die Maschinenkräfte nicht bedeutend vermehren zu müssen, theils weil sich die Feuerbeständigkeit der Schmelz-

räume nicht im Verhältnisse der zunehmenden Pressung des Windes vergröfsern läfst.

Es ist bei der Anlage und dem Betriebe der Holzkohlenhohöfen ein sehr allgemein verbreiteter Fehler, dafs man die Quantität des Windes auf Unkosten der Geschwindigkeit desselben zu sehr vergröfsert hat. Die Folge davon war ein gröfserer Kohlenverbrauch, als stattgefunden haben würde, wenn für eine gröfsere Geschwindigkeit des Windes und dadurch für einen lebhaftern Verbrennungsprozefs im Schmelzraume gesorgt worden wäre. Eine zweckmäfsige Windführung durch wenigstens zwei Formen würde die Erweiterung des Schmelzraumes zulässig gemacht und die Dauerhaftigkeit desselben bei stärkeren Windpressungen nicht gefährdet haben. Die Erhöhung der Oefen, durch welche man eine Verstärkung der Roheisenproduction bewirken zu können glaubte, entsprach nicht den Leistungen der Gebläse, die in demselben Verhältnisse hätten verstärkt werden müssen, in welchem die Schächte erhöht und erweitert wurden, und man glaubte genug gethan zu haben, wenn man dem vergröfserten Ofen gröfsere Windquantitäten zutheilte, welche die Gebläse nur bei geringern Pressungen zu liefern vermochten. Der Verbrennungsprozefs erfolgte mit geringerer Lebhaftigkeit im Schmelzraume, und ward über demselben, in den Rasthöhen noch fortgesetzt, welches das Verbrennen der Kohlen ohne vollständige Benutzung ihrer Heizkraft zur Folge hatte. Als unter solchen Verhältnissen zur Anwendung des erhitzten Windes geschritten ward, so änderten sich die Bedingungen, unter welchen das Verbrennen im Schmelzraume statt fand. Der Wind ward nicht allein mit einer gröfseren Geschwindigkeit, sondern auch mit einer höhern Temperatur in den Schmelzraum geführt, und es erfolgte eine Verminderung in dem Verbrauch an Brennmaterial, welche fast in demselben Verhältnisse auf den verschiedenen Hüttenwerken gröfser oder geringer gefunden ward, in welchem früher der kalte Wind mit einer geringern oder mit einer gröfsern Pressung in Anwendung gekommen war.

Jedoch kann keineswegs behauptet werden, dafs durch eine verstärkte Pressung des kalten Windes beim Ofenbetriebe derselbe Erfolg, hinsichtlich des Kohlenverbrauches, hervorzubringen sei, als mit Anwendung des erhitzten Windes. Vielmehr hat die erhöhte Temperatur an dem lebhaften Verbrennen einen wesentlichen Antheil, wie sich aus den Resultaten bei solchen Hohöfen ergiebt, bei denen die Geschwindigkeit des erhitzten Windes nicht gröfser als diejenige ist, mit welcher der kalte Wind früher in den Schmelzraum strömte.

Die Ersparungen von Brennmaterial, welche in den Schachtöfen durch die Einführung des erhitzten Windes gemacht worden sind, lassen sich aus den eben angegebenen Gründen erklären. Indefs scheinen sie im Widerspruch

mit früheren Erfahrungen zu stehen, dafs der Gang der Hohöfen in heifsen Sommertagen immer unvollkommener ist, als an Tagen von mittler Temperatur, und dafs Reduction, Schmelzung und Absonderung des Roheisens von der Schlacke an kalten und heitern Wintertagen am vollständigsten erfolgen. Nun ist es aber nicht, wie man voreilig angenommen hatte, die thermometrische Beschaffenheit der atmosphärischen Luft, sondern irgend ein anderer Zustand der Atmosphäre, der auf den Reductions- und Verbrennungsprozefs einen wesentlichen Einflufs ausübt. Die auffallende Erschwerung des Verbrennungsprozesses in den Schmelzräumen an schwülen und drückenden Sommertagen ist daher kein Wärme-, sondern vielleicht ein elektrisches Phänomen, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs dieser elektrische Einflufs durch Erhitzung der Luft, wenn nicht ganz zerstört, doch sehr vermindert wird.

Der auffallendste Unterschied im Gange der mit erhitzter und mit Luft von gewöhnlicher Temperatur betriebenen Oefen besteht darin, dafs die Temperatur im Schmelzraum, unmittelbar vor den Formen, durch die Anwendung des erhitzten Windes beträchtlich gesteigert wird, und dafs mit dieser Temperaturerhöhung eine Zunahme der Hitze im Ofenschachte nicht verbunden ist, vielmehr eine Abnahme derselben stattfindet, während bei kaltem Winde eine zunehmende stärkere Erhitzung des Schmelzraumes auf diesen allein nicht beschränkt bleibt, sondern die Zunahme der Wärme im ganzen Ofenschachte auffallend bemerkt wird. Wenn bei der Anwendung der Gebläseluft von gewöhnlicher Temperatnr der Atmosphäre, an drückend heifsen Gewittertagen, keine vollständige Scheidung des Eisens von der Schlacke vor den Formen im Schmelzraum erfolgen will, und wenn dabei jede Verstärkung des Windes zur Hervorbringung einer höhern Temperatur erfolglos bleibt, so nimmt die Hitze im Ofenschachte nicht allein nicht ab, sondern sie wird vielmehr zu einem solchen Grade gesteigert, dafs aus allen Anzeigen auf einen recht gaaren Gang des Ofens geschlossen werden mufs. Dieser findet auch wirklich statt; allein das Eisen bleibt weifs und matt und scheidet sich, wegen unzureichender Hitze vor den Formen, nicht vollständig von der Schlacke, so dafs, ungeachtet der vollkommenen Reduction des Erzes, ein geringes Ausbringen an Roheisen aus dem Erze und ein grofser Aufwand an Brennmaterial die Folgen eines solchen Betriebes sind. Durch die Anwendung des erhitzten Windes ändern sich diese Verhältnisse; die Hitze im Schmelzraume nimmt zu, während sich die Temperatur im Ofenschachte vermindert. Sehr auffallend lassen sich die Erfolge von der Anwendung des heifsen und des kalten Windes an den Ansätzen an der Gichtöffnung erkennen, welche bei zinkischen Eisenerzen gebildet werden. Diese Ofenbrüche bilden sich bei heifsem Winde ungleich stärker und schneller, als bei kaltem, weil die Temperatur im obern Theile des Schachtes und in der Gichtöffnung bei heifsem

Winde viel niedriger ist, als bei kaltem. Es folgt daraus, dafs sich die Verbrennung bei der Anwendung des heifsen Windes über einen geringern Raum verbreitet und auf den Schmelzraum beschränkt bleibt, während sie sich bei kaltem Winde weiter ausdehnt und ein Verbrennen der Kohlen in der Rasthöhe des Schachtes stattfindet, die zwar eine stärkere Erhitzung des Schachtes veranlafst, aber doch mit so geringer Energie erfolgt, dafs die Heizkraft des Brennmaterials dabei nicht vollständig entwickelt wird und von der Brennkraft desselben keine nutzbare Anwendung gemacht werden kann. Denjenigen Schichten des Brennmaterials, welche nur durch glühende und von Sauerstoff ganz befreite Gasarten, aus dem Schmelzraume aufsteigend, erhitzt werden sollen, wie es bei Anwendung der erhitzten Luft wirklich der Fall ist, werden folglich bei kaltem Winde Gasarten aus dem Schmelzraume zugeführt, die noch freien Sauerstoff enthalten, so dafs das Verbrennen der Kohle durch ungebundenen Sauerstoff und nicht durch den gebundenen des zu reducirenden Erzes bewerkstelligt wird. Der Schmelzraum wird also durch den heifsen Wind in einem höhern Grade erhitzt, die Scheidung des Eisens von der Schlacke vollkommener bewirkt und die Wirkung des freien Sauerstoffs der Gebläseluft in den höheren Theilen des Ofenschachtes vollständiger verhindert werden, als es bei der Anwendung des kalten Windes geschehen kann.

Es werden demnach bei der Anwendung des heifsen Windes vorzugsweise diejenigen Erfolge eintreten, welche mit einer starken Hitze im Schmelzraume stets verbunden sind. Der heifse Wind wird zwar eine etwas weitere Zustellung gestatten, jedoch mit Vortheil immer nur dann, wenn seine Geschwindigkeit nicht geringer ist, als es dem für jede Art der Kohle erforderlichen Minimo derselben angemessen ist. Dagegen wird der heifse Wind ein Stellvertreter der hohen Obergestelle sein, die dadurch ganz entbehrlich werden, vorzüglich wenn er durch drei oder mindestens durch zwei Formen dem Schmelzraum zugeführt wird. Wegen der erhöheten Temperatur im Schmelzraume wird der erhitzte Wind nicht allein die Arbeiten zum Reinigen des Ofens sehr erleichtern, sondern auch Versinterungen und daraus entstehende Versetzungen durch Frischeisen im Gestelle verhindern und überhaupt einen regelmäfsigern und weniger gestörten Gang des Ofens befördern. Die Bildung des weifsen Roheisens mit geringem Kohlegehalt, aber bei gaarer Schlacke, kann bei der Anwendung des erhitzten Windes kaum mehr stattfinden. Die gröfsere Gleichförmigkeit des Ofenganges durch den erhitzten Wind wird durch die erhöhete Temperatur im Schmelzraume zwar an sich schon herbeigeführt; allein es läfst sich durch die Anwendung desselben, auch bei zufällig entstehenden Mifsverhältnissen der Erze zu den Kohlensätzen, jede Hinneigung zu dem Rohgange sowohl, wie zu einem zu

grofsen Gaargange, durch Steigerung, Verminderung oder gänzliche Beseitigung der Winderhitzung schneller heben, als früher bei der Anwendung des kalten Windes. Dieser Erfolg ist besonders beim Rohgange und namentlich dann, wenn das Gestell — wie es bei den schon lange im Betriebe befindlichen Oefen mehrentheils der Fall ist — nur noch aus versinterter und mit Frischeisen durchzogener Masse besteht, von grofser Wichtigkeit, weil ein solches Gestell sich, selbst bei nur schwachem Rohgange, in sehr kurzer Zeit bedeutend erweitern würde. Bei starken Gestellversetzungen zeigt sich indefs die Anwendung eines stark erhitzten Windes nur dann von günstigem und schnellem Erfolge, wenn gleichzeitig Eisenfrischschlacke als auflösendes Flufsmittel und zwar in recht grofsen Quantitäten (die 2- oder 2½ fache Menge des gewöhnlichen Erzsatzes), statt 2 oder 3 Erzsätzen, mit angewendet wird. Ohne ein solches Auflösungsmittel kann die Anwendung des stark erhitzten Windes sogar nachtheilig werden, wenn die Versetzungen im Gestelle bedeutend grofs geworden sind, weil das Eisen im Schmelzraume noch stärker gefrischt wird und, besonders unter der Form, neue Versetzungen veranlafst. Bei Mitanwendung der Frischschlacken dient der heifse Wind aber dazu, die zur Auflösung und Losschmelzung der festgesetzten Massen mittels jenes Flufsmittels erforderliche Temperatur im Schmelzraume zu erhalten, ohne dafs dadurch der (durch die Verengerung des Gestelles bei den Versetzungen) gleichzeitig stets stattfindende Gaargang erhöht wird. Dieser nimmt im Gegentheil in dem Verhältnisse mehr und mehr ab, in welchem die festgesetzten Massen losschmelzen, ohne jedoch in Rohgang überzugehen, welcher eine anhaltend fortgesetzte starke Erhitzung des Windes nicht leicht eintreten läfst.

Die Anwendung des heifsen statt des kalten Windes kann ohne wesentliche Veränderungen bei der Einrichtung der Schächte und bei dem Betriebe überhaupt stattfinden. Da der heifse Wind seinen Wirkungen nach die engen und hohen Gestelle nicht allein ersetzt, sondern den eigentlichen Schmelzraum im Gestelle in einem noch höhern Grade concentrirt, indem der ganze Sauerstoffgehalt der Gebläseluft im Schmelzraume selbst absorbirt wird, so würde die Veränderung in der Construction der Schmelzräume bei der Anwendung des heifsen Windes im Wesentlichen nur darin bestehen, dafs ein etwas weiteres Gestell angewendet und das Obergestell abgeworfen, oder vielmehr mit starker Dossirung mit der Rast in Verbindung gesetzt wird. Der daraus entspringende Vortheil ist sehr wesentlich, weil die Veranlassung zu Versetzungen im Obergestelle dadurch vermindert wird, Erweiterungen des Obergestelles weniger zu befürchten sind und ein regelmäfsigeres Niedergehen der Gichten bewirkt werden kann. Die Erweiterung des Gestelles in der Formhöhe ist aber nur dann zweckmäfsig, wenn die Quantität des

Windes überhaupt (auf Luftmenge von atmosphärischer Dichtigkeit reducirt) bei der Anwendung des erhitzten Windes nicht vermindert, sondern dieselbe Anzahl von Kolbenwechselungen bei dem Gebläse, wie früher bei dem kalten Winde, beibehalten wird. Soll in diesem Falle der erhitzte Wind dieselbe Geschwindigkeit behalten, mit welcher früher der kalte Wind in den Schmelzraum strömte, so müssen weitere Düsen angewendet werden, deren Flächeninhalt sich nach der Temperatur richtet, die der Wind bei der Erhitzung erhalten soll. Wollte man die Gröfse der Düsenöffnungen unverändert lassen, so würden die Betriebskräfte für das Gebläse aufserordentlich verstärkt werden müssen, um dem Ofen dieselbe Windquantität, wie bei kaltem Winde, aber mit einer aufserordentlich erhöhten Pressung, zuzuführen. Eine so grofse Geschwindigkeit des Windes würde sich nur selten hervorbringen lassen; aber sie würde auch für das Gestell nachtheilig werden und ein schnelles Erweitern des Schmelzraumes durch Wegschmelzen der Gestellmasse veranlassen. Wollte man dagegen die frühern Betriebskräfte für das Gebläse nicht erhöhen, folglich die Anzahl der Kolbenwechselungen bei derselben Gröfse der Düsenöffnungen vermindern, so würde der Ofen zu wenig Wind erhalten, und die bei der Anwendung des heifsen Windes ohnediefs schwächer erhitzten Schächte würden in der Temperatur so sinken, dafs die Gichten ganz unvorbereitet in den Schmelzraum rücken. Es ist daher am zweckmäfsigsten, die Geschwindigkeit des erhitzten Windes nur unbedeutend zu erhöhen, dem Ofen aber dieselbe Windquantität, wie früher bei dem kalten Winde, durch Einlegung von verhältnifsmäfsig weitern Düsen, zuzutheilen.

Aus demselben Grunde, weshalb die engen und hohen Zustellungen bei der Anwendung des kalten Windes dem schnellern Wegschmelzen ungleich mehr ausgesetzt sind, als die weiten und niedrigen Schmelzräume, haben die letzteren auch bei heifsem Winde mehr zu leiden, als bei kaltem. Um den schnelleren Erweiterungen des Gestelles vorzubeugen, mufs man nicht allein das feuerbeständigste Material wählen, welches nur zu erhalten ist, sondern auch dem Schmelzraume dadurch etwas weitere Dimensionen zutheilen, dafs mindestens zwei Formen in Anwendung kommen. Wenn bei heifsem Winde die Formsteine schnell wegschmelzen, so ist diefs gewöhnlich ein Beweis, dafs der heifse Wind mit einer zu geringen Geschwindigkeit in den Ofen geführt wird, und dafs die Pressung des Windes nothwendig erhöht werden mufs.

Die Temperatur, bis zu welcher der Wind am zweckmäfsigsten zu erhitzen ist, läfst sich mit allgemeiner Gültigkeit nicht bestimmen. Vorausgesetzt, dafs die Zustellungsmassen einen hinreichenden Grad von Feuerbeständigkeit haben, sollte die höhere Temperatur die wirksamere sein. Diefs

kann auch nicht bezweifelt werden; aber es scheint, dafs man eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, wenn sich nicht ein nachtheiliger Einflufs auf die Beschaffenheit des Eisens äufsern soll. Bei locker liegenden Erzen und Kohlen läfst sich eine höhere Temperatur des Windes anwenden, als im entgegengesetzten Falle. Holzkohlen gestatten eine gröfsere Erhöhung der Temperatur, als Koaks oder Steinkohlen, die reich an Asche sind. Bei Holzkohlen pflegt man den Wind bis zu 200° C. und darüber zu erhitzen. Bei reinen Koaks oder Steinkohlen kann man mit der Erhitzung des Windes noch höher steigen. Hinterlassen die Steinkohlen und Koaks aber viel Asche und hat man überhaupt strengflüssige Beschickungen zu verschmelzen, so darf die Temperatur des Windes oft kaum die Höhe von 100° C. erreichen, um ein für die Giefserei hinreichend haltbares und für den Frischprozefs nicht zu sehr mit Erdbasen überladenes Roheisen zu erhalten.

Durch die Anwendung des heifsen Windes wird man zwar kaum die Erzeugung des gaaren weifsen Roheisens mit geringem Kohlegehalt befürchten dürfen; es wird dagegen aber auch schwierig sein, das neutrale, spiegelflächige Roheisen darzustellen. Wird die Gewinnung des letztern beabsichtigt, so sind weite Schmelzräume über der Form durchaus erforderlich, wenigstens um dauernd und mit geringen Unterbrechungen und nicht periodisch, mehr vom Zufall abhängig, das Spiegeleisen zu gewinnen. Die grofse Hitze, welche im Schmelzraume entwickelt wird, veranlafst gewöhnlich die Bildung von grauem Roheisen, welches nur bei leichtflüssigen Beschickungen viel Kohle enthält.

Es sind häufig Vergleichungen über die Haltbarkeit (Festigkeit) und über die chemische Zusammensetzung des bei heifsem und bei kaltem Winde erblasenen Roheisens angestellt worden. Diese Vergleichungen können aber zu einem bestimmten Resultate, welches man finden zu können glaubte, selbst dann nicht führen, wenn einerlei Erze zu den Schmelzversuchen angewendet werden. Dasselbe Erz giebt, bei kaltem Winde, Roheisen von aufserordentlich verschiedenartiger Beschaffenheit und Zusammensetzung, und die Erhitzung des Windes kann an sich auf die Beschaffenheit des Roheisens keinen Einflufs haben. Weil aber die Schmelzung des reducirten Erzes, nämlich die Trennung des Roheisens von der Schlacke, im Schmelzraume bei der Anwendung des heifsen Windes unter Verhältnissen erfolgt, die ganz mit denen übereinstimmen, welche bei der Schmelzung in engen und hohen Gestellen bei kaltem Winde stattfinden, so ist es einleuchtend, dafs das graue Roheisen, bei heifsem Winde erblasen, demjenigen grauen Roheisen am nächsten kommt, welches bei kaltem Winde und bei strengflüssigen Beschickungen dargestellt wird, nämlich demjenigen grauen Roheisen, welches am wenigsten Kohle und am mehrsten andere fremdartige Bestandtheile enthält.

Die verschiedenen Urtheile über die Beschaffenheit und Zusammensetzung des bei heifsem Winde dargestellten Eisens lassen sich daher auch leicht aus den Umständen erklären, unter denen die Darstellung erfolgt. Die Haltbarkeit des Roheisens bei heifsem Winde wird nur dann erhöht werden, wenn das Erz Phosphorsäure enthält und kaltbrüchiges Eisen liefert. Ein Siliciumgehalt scheint nämlich diesem kaltbrüchigen Roheisen eine etwas gröfsere Festigkeit zu ertheilen, die sich aber bei einem mehr zunehmenden Siliciumgehalte wieder vermindert. Gufswaaren aus kaltbrüchigem Roheisen werden also etwas an Festigkeit gewinnen, wenn das Roheisen bei heifsem Winde erblasen wird. Roheisen aus Erzen, die kein kaltbrüchiges Eisen liefern, wird jederzeit eine Verminderung seiner Festigkeit erleiden, wenn es bei heifsem Winde erblasen wird. Ist das Roheisen zum Verfrischen bestimmt, so kann der vergröfserte Siliciumgehalt, als Folge der Anwendung des heifsen Windes, in keinem Falle dem Roheisen einen Vorzug vor dem bei kaltem Winde erblasenen verschaffen. Es ist also nur das aus Phosphorsäure haltendem Erze erblasene und zur Gufswaarendarstellung bestimmte Roheisen, welches durch die Anwendung des heifsen Windes wirklich brauchbar wird, obgleich eine sehr grofse Temperaturerhöhung wieder eine Verminderung der Festigkeit, durch Aufnahme einer zu grofsen Menge von Silicium, zur Folge haben würde. Im Allgemeinen kann folglich kein Zweifel darüber sein, das bei heifsem Winde erblasene Roheisen für unreiner und daher für weniger haltbar zu halten, als das bei kaltem Winde erzeugte. Die leichte Reducirbarkeit der Kieselerde bei den höchsten Temperaturen in dem Schmelzraume ist es auch, welche bei unreinen Koaks und Steinkohlen und bei strengflüssigen Beschickungen eine Erhitzung des Windes über eine Temperatur von 80 bis 100° C. nicht rathsam macht.

Die Ersparung von Brennmaterial durch die Anwendung des erhitzten Windes hat man auf allen Hüttenwerken ohne Ausnahme erfahren, und es erscheint daher fast überflüssig, darüber noch nähere Angaben zu machen, zumal es uns zu weit führen würde. *) Die Gröfse der Ersparung ist keinesweges eine bestimmte, sondern abhängig von den früher bei Anwendung des kalten Windes stattgefundenen Einrichtungen. Daher hat man auf einigen Hütten nur einen geringern Kohlenverbrauch von wenigen Procenten durch die Einführung des heifsen Windes erspart, während die Ersparungen auf andern Hüttenwerken bis zu mehr als 40 Procent gestiegen sind. Diese mehr oder weniger bedeutende Kohlenersparung ist es auch, welche die Anwendung des erhitzten Windes beim Hohofenbetriebe stets empfehlen wird. —

*) Eine ziemlich vollständige Nachweisung der beim Eisenhüttenbetriebe mit erhitzter Luft erlangten Resultate findet man in meinem Werke: „Ueber den Betrieb der Hohöfen, Kupolöfen, Frischfeuer etc. mit erhitzter Gebläseluft." 6 Hefte. Quedlinburg 1834 — 1841.

Die verstärkte Hitze im Schmelzraume bei der Anwendung des heifsen Windes macht in der Regel eine Veränderung in der Beschickung nothwendig, die immer nur eine Ersparung an Flufsmitteln zur Folge haben kann.

Anwendung von Wasserdämpfen.

Ueber die Vor- und Nachtheile der Anwendung von Wasserdämpfen beim Hohofenbetriebe scheint man sehr widersprechende Erfahrungen gemacht zu haben. Bei der Anwendung von kaltem Winde scheint man ohne Nachtheil einige Procente Wasserdämpfe in den Ofen leiten zu können, sobald die Luft trocken ist und der Wind nicht durch einen Wasserregulator geht. Die Wirkung der Wasserdämpfe kann nur darin bestehen, den heifsen gaaren Gang eines Ofens abzukühlen, wie diefs bei mit heifsem Winde betriebenen Koakshohöfen der Fall war. Das Eisen wird weniger grau und zum Verfrischen geeigneter, dagegen für die Giefserei weniger anwendbar, ist aber fester als weifses Roheisen vom übersetzten Gange. Es enthält mehr Kohle als diefs und nähert sich in seinem Verhalten dem grauen Roheisen mit dem gröfsten Kohlegehalt, welches aus leichtflüssigen Beschickungen erblasen ist. Es dehnt sich beim Erhitzen stärker aus und schwindet daher auch stärker beim Erkalten.

Benutzung der aus der Hohofengicht entweichenden Gase.

Die brennbaren Gase, welche durch den Reductions- und Schmelzprozefs beim Hohofenbetriebe entwickelt werden, gelangen in einer so hohen Temperatur bis zur Gichtöffnung, dafs sie beim Ausströmen aus der Gicht durch die dort hinzutretende atmosphärische Luft entzündet werden und mit Flammen verbrennen. Man ist schon längst bemüht gewesen, die beim Verbrennen der Gichtengase entstehende Hitze zu benutzen, indem man die Gichtenflammen zum Kalkbrennen, zum Erzrösten, zum Trocknen der Lehm- und Masseformen bei den Eisengiefsereien anwendete. Seit der Einführung der erhitzten Luft beim Hohofenbetriebe ist man besonders auf die Benutzung der durch die Gichtengase verloren gehenden Hitze aufmerksam geworden und hat dieselbe nicht allein zur Erhitzung des Windes in den Winderhitzungsapparaten, welche auf der Gicht aufgestellt wurden, so wie zur Verkohlung des Holzes in Oefen, die ebenfalls neben der Gicht angebracht sind, benutzt, sondern man ist auch auf eine genauere Prüfung der Natur dieser Gasarten und auf eine darauf begründete, vollständigere Benutzung ihrer Brenn- und Heizkraft eingegangen. Zur Feuerung der Kessel, welche die Dämpfe für die Dampfmaschinen liefern, durch die das Gebläse für den Hohofen betrieben wird, hat man die Gichtenflammen auch schon seit mehreren Jahren benutzt; indefs hatte man bisher auf eine regelmäfsige Zuführung der zum

Verbrennen der Gichtengase erforderlichen Menge von atmosphärischer Luft eben so wenig Rücksicht genommen, als auf den Umstand, dafs die auf der Gichtöffnung unmittelbar ausströmenden Gasarten eine geringere Brennkraft besitzen, als diejenigen, welche einige Fufs tiefer unter der Gichtöffnung aufgefangen und abgeleitet werden können. Dem Herrn Fabre du Faur zu Wasseralfingen im Würtembergischen gebührt das Verdienst, die Benutzung der brennbaren Gase aus dem Hohofenschachte zu einem solchen Grade von Vollkommenheit gebracht zu haben, dafs sie zum Schmelzen und zum Frischen des Roheisens, so wie zum Ausschweifsen des gefrischten Eisens in Flammöfen benutzt werden können.

Der Sauerstoffgehalt des Windes, welcher durch die Formen in den Schmelzraum geleitet wird, mufs in demselben fast gänzlich absorbirt werden. Bei der Anwendung des heifsen Windes geschieht diefs vollständiger als bei kaltem Winde, aber auch bei kaltem Winde dürfte der ganze Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft schon in der Rasthöhe völlig verzehrt sein. Bei der Lebhaftigkeit, mit welcher die Verbrennung im Schmelzraume erfolgt, kann sich nur kohlensaures Gas bilden, und dieses, so wie das unzerlegt bleibende Stickgas, steigen in der Temperatur der Glühhitze in der Schmelzsäule in die Höhe, wobei das kohlensaure Gas mehr oder weniger vollständig in Kohlenoxydgas umgewandelt wird. Liefse sich diese Umänderung des kohlensauren Gases in Kohlenoxydgas verhindern, so würde der Kohlenverbrauch bei dem Hohofenbetriebe sehr wesentlich vermindert werden können. Dazu giebt es aber kein Mittel, weil die aufsteigenden glühenden Gasarten die Bestimmung haben, die Schichten, welche die Schmelzsäule im Ofenschachte bilden, zu erhitzen und die Reduction des oxydirten Eisens im Erze einzuleiten. Bei dieser Reduction wird abermals Kohlenoxydgas und nicht kohlensaures Gas gebildet, so dafs das aus der Gicht des Ofens strömende Kohlenoxydgas einer doppelten Quelle seine Entstehung verdankt. Die Bildung dieser Gasart, wozu der gröfste Theil der Kohlen im Ofenschachte verwendet wird, läfst sich also nicht verhindern und ist eine unvermeidliche Folge von der Natur des Reductions- und Schmelzprozesses, wie er in den Schachtöfen ausgeübt wird. Es bedarf der Bemerkung nicht, dafs der Hohofenprozefs fast mit der Hälfte des Aufwandes an Brennmaterial ausgeführt werden würde, wenn sich nur kohlensaures Gas und kein Kohlenoxydgas bildete. Aber es ergiebt sich auch aus dieser Betrachtung die ungemein grofse Brennkraft, welche die aus der Ofengicht ausströmenden Gase nothwendig besitzen müssen, und die zu lange unbeachtet gebliebene Aufforderung, von dieser Brennkraft den Nutzen zu ziehen, den die Gasarten bei einer zweckmäfsigen Anwendung gewähren.

In Deutschland hat Professor Bunsen in Marburg (s. Poggendorff's

Annalen XLVI. 193 etc.) zuerst eine Untersuchung der im Ofenschachte sich bildenden Gasarten vorgenommen und das Resultat dieser Untersuchung bekannt gemacht. Die Ofengase wurden in verschiedener Tiefe unter der Ofengicht bei dem Hohofen zu Veckerhagen im Kurfürstenthum Hessen, der mit kalter Luft gespeist wird, aufgefangen und analysirt. Auf die Wasserdämpfe ist dabei nicht Rücksicht genommen, sondern die Gasarten wurden im getrockneten Zustande untersucht. Herr Bunsen fand in Schachttiefen von 3—15 Fufs, dem Volum nach, 60—64½ Procent Stickgas, 25—32½ Proc. Kohlenoxydgas, 3½—11 Proc. kohlensaures Gas, ¼—2 Proc. Wasserstoff und ¼—2¼ Proc. Grubengas. Auch Heine in Eisleben (berg- und hüttenm. Zeit. 1842, S. 808) hat ähnliche Resultate gefunden.

Bei Oefen, die mit kaltem Winde betrieben werden, wird sich wahrscheinlich nur die Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Gasarten zeigen, dafs das Verhältnifs des kohlensauren zum Kohlenoxydgase in den tiefern Schichten gröfser gefunden werden wird, ein Verhältnifs, welches sich aber in den höhern Schichten wieder ausgleicht.

In den Schachtöfen zunächst unter der Gichtöffnung fand sich ein grofses Verhältnifs von kohlensaurem Gase, und diefs erklärt sich aus dem Kohlensäuregehalte des Kalksteins, welcher als Zuschlag für die Erze angewendet wird. Die Temperatur ist hier entweder nicht mehr hoch genug, oder die Entwicklung erfolgt zu schnell, als dafs eine Umänderung dieser Kohlensäure in Kohlenoxydgas stattfinden könnte. Da dieses Gas nicht durch Verbrennung gebildet, sondern durch äufsere Hitze aus dem Kalkstein entwickelt wird, so mufs mit der Bildung desselben auch eine bedeutende Abkühlung des Ofenschachtes verbunden sein, und die Temperatur im Schachte des Ofens kann erst in derjenigen Tiefe beträchtlich zunehmen, wo die Entbindung der Kohlensäure aufhört.

In Frankreich hat Herr Ebelmen eine Analyse der Ofengase vorgenommen (Annales des Mines 3. Serie XVI, 546) und dabei auch den Gehalt an Wasserdämpfen berücksichtigt. Sonst finden wesentliche Abweichungen in den Resultaten der Analysen in so fern statt, als Herr Ebelmen das Verhältnifs der Kohlensäure zum Kohlenoxydgase sehr bedeutend gröfser gefunden hat, und dafs er den Wasserstoff nicht als im freien, sondern als in einem mit Kohle verbundenen Zustande in den Ofengasen vorhanden betrachtet. Die Versuche wurden mit dem Gase aus dem Hohofen zu Clerval im Departement Doubs angestellt, welcher ebenfalls mit erhitzter Luft betrieben wird.

Das Verhältnifs des kohlensauren Gases zum Kohlenoxydgase kann unter den Umständen, unter welchen die Bildung beider Gasarten im Hohofen erfolgt, kein unveränderliches sein, und es wird ein Gegenstand künftiger

Untersuchungen bleiben, die Verhältnisse näher kennen zu lernen, welche die mehr oder weniger vollständige Umänderung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas herbeiführen. Je mehr diese Umänderung verhindert werden könnte, und je gröfser dann das Verhältnifs der Kohlensäure bleibt, desto vortheilhafter würde sich der Kohlenverbrauch beim Hohofenbetriebe gestalten, aber desto mehr würde die Brennkraft der Ofengase vermindert werden.

Die Zurückführung der Gichtengase zu den Formen, um sie im Schmelzraume des Ofens verbrennen zu lassen, würde eine wenig zweckmäfsige Benutzung derselben sein und nur zu einer unbedeutenden Kohlenersparung führen, weil der gröfste Theil des Brennmaterials, welches der Ofen erhält, zur Reduction des oxydirten Eisens in den Erzen und zu der damit unvermeidlich verbundenen Umänderung der im Schmelzraume erzeugten Kohlensäure in Kohlenoxydgas verwendet werden mufs. Auch würde das Gas durch die ununterbrochene Zurückführung, wobei das Kohlenoxydgas im Schmelzraume in Kohlensäure und diese im Ofenschachte wieder in Kohlenoxydgas umgeändert wird, zuletzt so sehr mit Stickgas aus der Gebläseluft überladen werden, dafs die Verbrennung erschwert und der Effect durch die sich immer vergröfsernde Menge von nicht brennbaren Gasen stets zunehmend vermindert werden würde. Soll das Ofengas ein Stellvertreter für denjenigen Theil des Brennmaterials werden, welcher bei dem Schmelzprozesse in den Schachtöfen die Bestimmung hat, die im Schacht vorbereiteten Erze im Schmelzraume in den flüssigen Zustand zu versetzen und die Scheidung des Eisens von der Schlacke zu bewirken, so würden unsere Schmelzöfen eine völlig veränderte Einrichtung erhalten müssen, weil die Erzgichten dann nicht mehr durch die Kohlengichten würden getragen werden können.

Mit gröfserem Vortheile werden sich die Ofengase unter Verhältnissen anwenden lassen, bei welchen sie vollständig verbrannt werden, also unter Verhältnissen, bei welchen die Hitze des brennenden Gases, oder die Flammen, in Räumen benutzt wird, die diesem Zwecke entsprechender eingerichtet sind, als die Schachtöfen, in denen die Reduction eines Oxydes bewerkstelligt werden soll. Man wird daher die brennbaren Ofengase schon in derjenigen Höhe im Ofenschachte abfangen, in welcher sie noch nicht mit der Kohlensäure aus den Zuschlägen und mit der grofsen Menge von Wasser gebildet werden, welches sich theils als hygroskopisches Wasser bei dem Schmelz- und Brennmateriale befindet, theils als Hydratwasser mit den Erzen verbunden sein mag. Die zweckmäfsigste Benutzung dieser Gase wird freilich unmittelbar auf der Gicht stattfinden, wenn die Räume auf der Gichthöhe oder die örtlichen Verhältnisse überhaupt eine solche Benutzung zulassen, weil die Gase dann durch die kurzen Ableitungsröhren nur wenig verlieren können und bei dem Ausströmen in den Brennraum mit der auf der Gicht er-

hitzten atmosphärischen Luft zur Entzündung kommen. Die Verhältnisse des brennbaren Ofengases zu der erhitzten atmosphärischen Luft werden dann nothwendig für jeden Fall bestimmt werden müssen, weil bei einem zu geringen Verhältnisse der letztern ein Theil des brennbaren Gases unbenutzt bleiben, bei einem zu grofsen Verhältnisse aber die Temperatur beim Verbrennen vermindert werden würde.

Sechster Abschnitt.

Das Umschmelzen des Roheisens zum Giefsereibetrieb.

Metalle giefsen, heifst, denselben im geschmolzenen Zustande eine bestimmte Gestalt geben, welche sie nach dem Wiedererstarren behalten. Man erreicht diefs in der Regel dadurch, dafs man mit dem flüssigen Metall eine Höhlung oder Vertiefung von bestimmter Gestalt ausfüllt. Auf diese Weise geformtes Metall heifst ein Gufsstück, ein Gufs, eine Gufswaare. Der Körper, dessen Höhlung mit Metall gefüllt wird, so wie auch die Höhlung selbst, nennt man Form, Giefsform, Gufsform. — Die Kunst des Giefsens, auch die Anstalten, in denen diefs geschieht, nennt man die Giefserei.

Ein zum Giefsen taugliches Metall mufs 1) ohne zu grofse Schwierigkeit schmelzbar sein; 2) nach dem Giefsen ein dichtes Gefüge ohne Höhlungen, Blasen u. s. w. besitzen; 3) die Form so genau und vollständig als möglich ausfüllen, selbst nach dem Erstarren. Metalle, welche im geschmolzenen Zustande dickflüssig sind, dringen weniger leicht und genau in feine Höhlungen und Vertiefungen der Giefsformen ein, als dünnflüssige. Wesentlich hängt aber auch die mehr oder weniger gute Ausfüllung der Formen von dem Schwinden der Metalle ab. Man nennt nämlich so die Volumsveränderung, meist eine Zusammenziehung, bei dem Roheisen jedoch eine Ausdehnung, welche die Metalle beim Erstarren erleiden, und die von der gröfsten Wichtigkeit für die Giefserei sind. Durch die fernere Abkühlung verkleinert sich das Volum der Gufsstücke noch um einen gewissen Theil, und im ganz abgekühlten Zustande ist daher der Gufs merklich kleiner, als die Höhlung der Giefsform war. Den Betrag des Schwindens nennt man das Schwindmaafs und mufs darauf bei der Anfertigung von Gufsmodellen Rücksicht nehmen, wenn es auf genaue Gröfse eines gegossenen Stücks ankommt, wie es z. B. der Fall beim Giefsen solcher Körper ist, welche an sich ein bestimmtes Maafs haben, oder mit andern Stücken von festgesetzter

Gröfse zusammenpassen sollen. Wir sprachen schon auf Seite 22 im Allgemeinen davon.

In solchen Fällen müssen die Modelle um einen entsprechenden Theil gröfser gemacht werden, als man den Gufs zu erhalten wünscht. Eine genaue Kenntnifs der Gröfse, um welche ein Gufsstück schwindet, ist dann am unentbehrlichsten, wenn die Güsse, wie so häufig beim Eisen, keine weitere Bearbeitung erhalten und also mit dem völlig richtigen Maafse aus der Form kommen müssen. Werden sie dagegen noch befeilt und abgedreht, so reicht eine annähernde Bestimmung des Schwindmaafses allerdings hin, da der Gröfse ohnehin etwas zugegeben werden mufs, um jene Bearbeitung zu gestatten. Es mufs in solchen Fällen nur darauf gesehen werden, dafs der Gufs nicht gar zu grofs ausfällt, weil sonst unnöthiger Aufwand von Zeit, Mühe und Werkzeugen bei der Ausarbeitung erforderlich würde.

Die Gröfse des Schwindens hängt von folgenden Umständen ab: 1) Von der Beschaffenheit des Eisens; es hat in dieser Beziehung jede Sorte ein anderes Verhalten. — 2) Von der Temperatur des Metalles beim Giefsen. Ist es bedeutend über seinen Schmelzpunkt erhitzt, so zieht es sich schon durch die Abkühlung im flüssigen Zustande zusammen, hierauf durch das Erstarren und endlich noch durch das Abkühlen im festen Zustande. Je heifser demnach gegossen wird, desto gröfser ist das Schwinden. Dieser Umstand kann durch den verlorenen Kopf oder Angufs selten verhindert werden, besonders wenn derselbe keine bedeutende Stärke hat und bald erstarrt, und dann nicht durch Nachsinken die entstehende Leere auszufüllen vermag. — 3) Von der Gestalt der Gufsstücke. Gegenstände, welche vermöge ihrer Gestalt mehr freien Raum haben, sich zusammenzuziehen, schwinden mehr als andere; so ein Ring mehr als eine massive Scheibe von gleichem Durchmesser, vorausgesetzt dafs das Material der Form etwas nachgeben kann, wie diefs beim Sande der Fall ist. Diese Erscheinung hat offenbar darin ihren Grund, dafs der äufserste Umfang, welcher überall mit der Form in Berührung ist, zuerst und zwar in einem Augenblick erstarrt, wo die innern Theile noch flüssig sind und daher die Zusammenziehung der äufsern erschweren, ja zum Theil verhindern. — 4) Von der Beschaffenheit der Form. Ist dieselbe einigermafsen weich und nachgiebig, so dehnt der Druck des Metalles ihre Höhlung leicht ein wenig aus, und der Gufs fällt, ohne, streng genommen, weniger zu schwinden, gröfser aus. So werden Güsse in feuchtem Sande etwas gröfser als, nach den nämlichen Modellen, in getrocknetem Sande (Masse) oder in Lehm. Formen aus letzteren beiden Materialien liefern auch schon darum kleinere Güsse, weil sie selbst beim Trocknen in einem gewissen Grade schwinden und die Höhlung kleiner zurücklassen, als das Modell war. Hohle Stücke,

welche über einem Kern gegossen werden, schwinden weniger als massive, weil der Kern sich der Zusammenziehung widersetzt.

Das Schwindmaafs ist, wie schon bemerkt, bei den verschiedenen Roheisensorten durchschnittlich zwischen $\frac{1}{95}$ und $\frac{1}{99}$ der linearen Abmessungen, und kann im Mittel für gutes graues Eisen auf $\frac{1}{96}$ angenommen werden, wiewohl jede Giefserei das Schwindmaafs nach eigenen Beobachtungen an ihrem Eisen auszumitteln hat. Weifses Roheisen schwindet mehr als graues, hitziges mehr als mattes, daher man bei mit erhitzter Luft erzeugtem oder umgeschmolzenem mit dem gewöhnlichen, vorher erprobten Schwindmaafs nicht ausreicht.

Bei der Anfertigung von Modellen nach Zeichnungen bedient man sich eines eigenen Maafsstabes, welcher auf der einen Seite das gewöhnliche Maafs, auf der anderen Seite aber das um die Schwindung vergröfserte enthält; mit ersterem wird die Zeichnung, mit letzterem das Modell gemessen. Beträgt z. B. das Schwinden $\frac{1}{96}$, so nimmt man, um das vergröfserte Maafs zu erhalten, für jeden Fufs $12\frac{1}{8}$ Zoll des wahren Maafses und theilt diese Länge in 12 Zoll u. s. w. ein. Vermöge seiner Ausdehnung beim Erstarren liefert das Eisen, weil es gewaltsam in die kleinsten Vertiefungen der Form hineindringt, so äufserst scharfe und vollkommene Abgüsse.

Das Schwinden ist die Wirkung zweier Ursachen, welche einander unterstützen oder auch theilweise aufheben können; Letzteres in jenen Fällen, wo sich ein Metall beim Festwerden ausdehnt. Metalle werden daher dann am meisten schwinden, wenn sie sich beim Erstarren und beim nachfolgenden Abkühlen stark zusammenziehen. — Für die praktische Giefserei ist das Schwinden in zwei Hinsichten wichtig: 1) wegen genauer Vorausbestimmung der Gröfse der Güsse, und 2) wegen ihrer Schärfe. Ein Metall könnte denkbarerweise stark schwinden und dennoch die Eindrücke der Form gut annehmen, wenn nämlich das Schwinden hauptsächlich oder ganz auf Rechnung des Erkaltens käme, wo die Züge oder Verzierungen auf dem Gusse schon da sind und sich nur verkleinern, ohne stumpf zu werden. Dieser Fall wird hauptsächlich bei einem strengflüssigen Metall, wie Roheisen, eintreten können, indem es von dem hochliegenden Schmelzpunkte an bis zum gänzlichen Erkalten natürlich eine starke Zusammenziehung erleidet.

Umgekehrt kann ein wenig schwindendes Metall stumpfe Güsse liefern, wenn das Schwinden zum grofsen Theil schon beim Erstarren stattfindet und die Zusammenziehung beim Erkalten nur gering ist, wie bei leichtflüssigen Metallen.

Erscheinungen, die von dem Schwinden unterschieden werden müssen, weil sie eine Veränderung der Gestalt herbeiführen, sind das Saugen und das Ziehen. Gufsstücke von einiger Dicke schwinden nicht immer in allen

ihren Theilen gleichförmig, sondern sinken oft an einer Stelle vorzugsweise bemerkbar ein, wodurch eine Vertiefung entsteht. Die Förmer oder Giefser nennen diefs das Saugen. Einen ähnlichen Ursprung haben die Höhlungen im Innern mancher Gufsstücke, welche entstehen, wenn das Innere erstarrt und sich dabei zusammenzieht, nachdem die Oberfläche schon fest geworden ist. Ziehen, Verziehen oder Werfen nennt man die Krümmung eines Gufsstücks durch ungleichmäfsige Zusammenziehung bei zu schneller und ungleicher Abkühlung.

Die Behandlung des Eisens bei der Schmelzung vor dem Giefsen ist von wichtigem Einflusse. Es mufs, wie schon bemerkt, den gehörigen Hitzegrad haben; zu wenig heifs, erstarrt es früher, als es in die entferntesten Theile der Form gelangt; zu weit über seinen Schmelzpunkt erhitzt, zieht es sich schon vor dem Erstarren merklich zusammen und schwindet mehr, weil diese Zusammenziehung zu den beiden, weiter oben erwähnten, unvermeidlichen Ursachen des Schwindens hinzukommt. Alle Theile von Schlacke und Oxyd müssen vor dem Giefsen sorgfältig von der Oberfläche des Eisens entfernt werden, weil sie sich sonst mit dem in die Form einfliefsenden Metalle vermengen, davon eingeschlossen bleiben, dasselbe porös, unrein und unganz machen und der Schönheit wie der Dichtigkeit und Festigkeit des Gufsstücks schaden.

Die nöthigsten Eigenschaften einer Giefsform sind: 1) Dauerhaftigkeit, wenigstens in solchem Grade, dafs die Form einen Gufs ohne Beschädigung (Schmelzen, Zerspringen, Abbröckeln, Verbrennen) aushält; 2) Schärfe, d. h. möglichst genaue Ausführung auch in den kleinsten Theilen ihrer Höhlung, damit das Gufsstück so vollkommen, als die Umstände erlauben, die beabsichtigte Gestalt erhält und das Nacharbeiten durch Befeilen, Abdrehen etc. ganz erspart oder doch nicht ohne Noth mühsam gemacht wird. Wichtig ist auch 3) dafs die Formen das in sie gegossene Metall nicht zu schnell abkühlen, daher sie wo möglich aus schlechten Wärmeleitern bestehen und oft noch überdiefs vor dem Gusse erwärmt werden müssen; 4) dafs sie kein festes Anhängen des geschmolzenen Metalles gestatten, daher man sie mit einem dünnen Ueberzuge einer pulverigen Substanz (Kohlenstaub, Rufs, Thon) je nach den Umständen versieht. — Sehr gewöhnlich bestehen die Formen aus zwei oder mehreren Theilen. Wo diese an einander schliefsen, dringt leicht beim Gusse etwas Metall in die Fuge und erzeugt auf der Oberfläche des Gufsstücks eine erhabene Linie (Gufsnaht), welche aber bei gut gelungenen Güssen jedenfalls nur fein sein darf. Bei gröfseren Formen und auch bei kleineren, wenn diese sehr enge Höhlungen enthalten, mufs der Luft ein Ausweg verschafft werden, welche von dem Metall verdrängt wird, weil sonst die Form

sich nicht vollständig füllen kann. Wenn die Fugen der Form dazu nicht hinreichen, so mufs man besondere Luftlöcher, sogenannte Windpfeifen, anbringen, deren äufsere Mündung aber nicht tiefer liegen darf, als die Oeffnung, durch welche das Metall eingegossen wird, damit letzteres nicht ausläuft. Der Eingufs, das Giefsloch, theilt sich öfters in zwei oder mehrere Zweige, um das Metall an mehreren Punkten zugleich in die Form zu leiten und diese schneller zu füllen. Ueberhaupt mufs der Eingufs so angebracht werden, dafs das Metall auf dem kürzesten Wege in alle Theile der Form gelangt, weil es, zu früh erkaltend, die Höhlung unvollkommen ausfüllt. Natürlich mufs der Eingufs höher liegen als der höchste Punkt der hohlen Form, damit die hier stehende flüssige Metallsäule durch ihren Druck den Gufs verdichte und auch beim Schwinden desselben die Form voll erhalte, wobei die Metallfläche im Giefsloche einsinkt (das sogenannte Nachsacken).

Die Formen sind entweder verlorene, welche nur ein einziges Mal benutzt werden können, weil sie durch die Hitze des eingegossenen Metalls unbrauchbar werden, oder weil die Gestalt des Gufsstücks die Trennung desselben von der Form ohne Beschädigung oder Zerstörung der letzteren unmöglich macht, wie z. B. ein bauchiges Gefäfs, wenn der die Höhlung begrenzende Theil der Form — der Kern — ein Ganzes ist; oder die Formen sind bleibend, wenn sie mehrere oder sehr viele Güsse aushalten, welches jedoch bei der Eisengiefserei nur zu den Ausnahmen gehört. — Materialien zu verlorenen Formen sind Sand und Lehm; zu bleibenden Formen Eisen.

Die verschiedenen Arten des Roheisens lernten wir schon weiter oben im ersten Abschnitt, bei der Lehre von den Eigenschaften des Eisens, kennen; wir müssen aber hier noch von den zur Giefserei angewendeten verschiedenen grauen Roheisensorten reden; denn das weifse ist zu spröde, zu wenig dünnflüssig, füllt daher die Formen schlecht und zieht sich überdiefs beim Erkalten leicht schief, zerspringt sogar in dünnen Stücken von selbst während der Abkühlung.

1) Dunkelgraues Roheisen. Die Grundmasse wird hier gänzlich durch den vorwaltenden Graphit gedeckt. Der Bruch ist grob und glänzend, bröckelt leicht aus, und es kommen undichte Stellen vor. Es ist diefs, bei einem gaaren Gange des Ofens, besonders im Anfange des Betriebes erzeugte Eisen weich, unhaltbar, und wenn es auch die Formen gut füllt, so setzt es doch an den äufsern, bei dicken Gufsstücken besonders an den obern Flächen vielen Graphit ab. Es kann deshalb nur zu sehr groben Artikeln, die keiner Haltbarkeit bedürfen, angewendet werden; gröfstentheils kommt es aber zum Umschmelzen im Flammofen.

2) Graues Roheisen enthält weniger Graphit, die Blätter werden feiner, das Eisen daher härter und haltbarer. Zu feinern und dünnern Güssen ist dieses Eisen das beste, da es noch nicht so leicht als die folgenden Arten beim schnellen Erkalten krystallisirt und sich daher selbst bei etwas feuchten Sandformen noch nicht so abschreckt, dafs es sich verzieht und springt. Zu grofsen Gufsstücken erwählt man dieses Eisen nicht gern, da es bei sehr langsamem Erkalten in den ausgetrockneten Formen dieser Artikel immer noch zu viel Graphit ausscheidet und im Innern schwammig wird. — Diese Eisengattung erzeugt sich bei einem guten Ofengange und besonders beim Blasen mit erhitzter Luft und wird theils unmittelbar aus dem Hohofen vergossen, theils für feine Artikel im Kupolofen umgeschmolzen, wo sie unverändert bleibt, theils endlich aus dem Flammofen gegossen, wo sie zu den nächstfolgenden Abstufungen übergeht.

3) Das lichtgraue Roheisen ist das eigentliche Material für gröfsere Gufsstücke, die eine grofse Haltbarkeit mit Zierlichkeit und sauberm Aeussern verbinden sollen. Die Graphitblättchen sind gänzlich verschwunden, der Bruch ist eben und doch scharf, die Oberfläche glatt und, wenn sie frei erkaltet, etwas concav eingesunken. Es läfst sich dieses Roheisen mit der Feile und dem Meifsel gut bearbeiten und nimmt Schraubengänge mit Leichtigkeit an; in dünnen Stücken wird es weifs und hart. Es entsteht im Hohofen bei einem höhern Erzsatze und bei gutem Gange; im Kupolofen wird es mit Vortheil zu kleinen Artikeln umgeschmolzen, und im Flammofen giebt es ein halbirtes, sehr haltbares Eisen zum Giefsen von Geschützen.

4) Halbirtes oder geflecktes Roheisen ist am haltbarsten und härtesten, wenn es höchst feine und regelmäfsig vertheilte Gruppen von grauem, graphithaltigem Roheisen in der weifsen Grundmasse zeigt. Es bildet die Grenze des giefsbaren Eisens und in dünnen Stücken wird es weifs krystallinisch und glashart, in etwas dickern höchst lichtgrau und feinkörnig, und nur in sehr dicken Stücken bildet sich die gefleckte Struktur aus, welche die höchste Haltbarkeit giebt. Dieses Eisen läfst sich nur unter gewissen Umständen, bei Oxydulerzen oder Magneteisenstein, wie er in Schweden z. B. häufig vorkommt, und zwar auch dann nur bei einem hohen Satze und unter Zufügung schwach gerösteter, schwefel- und manganhaltiger Erze, welche die Ausscheidung des Graphits erschweren, gewinnen. Bei anderen Erzsätzen müfste der Schmelzpunkt zu hoch geführt werden, weshalb man das halbirte Roheisen durch das Umschmelzen der früher beschriebenen Abänderungen im Flammofen erzeugt. Das halbirte Roheisen verträgt kein Umschmelzen, weil es sonst weifs und krystallinisch wird. Für Geschütze und Walzen, die nicht in Schaalen gegossen werden können, ist das halbirte Roheisen das einzig brauchbare; es giebt eine gröfsere Halt-

barkeit, Elasticität und auch Härte, die leicht zu grofs für spätere Bearbeitung werden kann; doch füllt dieses Eisen, wenn es unmittelbar im Hohofen erzeugt werden kann, die Formen nicht so gut, als die anderen Arten, auch zieht es sich beim Erkalten stark zusammen, wodurch es zum Munitionsgufs und zu anderen Anwendungen unbrauchbar wird.

Aus dem Obigen geht hervor, welch wichtigen Einflufs die Menge, in der der Graphit sich mechanisch ausscheidet, auf die Eigenschaft des Gufseisens äufsert. Je mehr man den Kohlenstoffgehalt im Eisen vermindert, sei es auch nur im Hohofen durch Vermehrung des Erzes, oder sei es im Flammofen durch Zuströmen der Luft, desto weniger scheidet das Eisen unter gleichen Umständen Graphit aus; eben so giebt ein aus demselben Ofen fliefsendes Eisen in dünne Stücke, besonders in feuchte und stark wärmeleitende Formen gegossen, fast gar keinen Graphit, während es in dicke, also langsam erkaltende Gufsstücke und in stark ausgeglühte, schlecht leitende Lehmformen gegossen, oft so viel Graphit ausscheidet, dafs das Gufsstück unbrauchbar wird; besonders graphitreich wird dann, aus leicht zu erklärenden Gründen, die Mitte und der obere Theil des Stücks. Will man daher, bei bestimmter Formmethode in verschiedenen dicken Stücken, eine gleiche Graphitabsonderung erlangen, so wird man zu dem dünnen Stücke ein kohlenstoffreicheres Eisen nehmen, als zu dem dicken, und ist die Eisensorte das Gegebene, so wird man für das dünne Stück eine schlechter wärmeleitende Form wählen müssen. Doch ist hierbei zu bemerken, dafs die Einwirkung der Form sich nicht ganz gleichmäfsig durch das ganze Eisenstück geltend macht, sondern entscheidender auf die Oberfläche als auf den Kern wirkt.

Wenn nun also die Mittel zur Entkohlung und zur schnellern Abkühlung ein gewichtiges Element sind, um die gewünschte Eisensorte aus einem gegebenen Erz (Hohofen) oder einem gegebenen Roheisen (Flammofen) zu erzielen, so zeigt sich doch hierin noch ein wichtiger Unterschied zwischen dem mit Steinkohlen und Holzkohlen erzeugten Eisen; ersteres ist nämlich bei weitem weniger durch Entkohlungs- und Abkühlungsmittel zu verändern als das letztere. Ein Flammofen und eine Sandform, die diefs schon weifs und unbrauchbar machen, verändern ein Koakseisen, das jenem vor dem Umschmelzen gleich sah, wenig, welches beim Giefsereibetriebe wohl zu berücksichtigen ist, weshalb Koakseisen gewöhnlich für denselben weil vortheilhafter ist, weil man nicht so vorsichtig damit umzugehen braucht und es weniger Abbrand beim Umschmelzen erleidet. Dagegen findet das Holzkohleneisen wieder mehr Anwendung bei Artikeln, bei denen eine oberflächliche Härtung nöthig ist u. s. w.

Nur bei dicken Stücken, wo der Einflufs der Abkühlung mehr verschwindet, ist man im Stande, aus dem Bruchansehn auf die Eigenschaften des Eisens zu folgern, nicht aber bei dünn gegossenen, wenn man die Abkühlungsart nicht kennt, da ein kohlenarmes und ein in gewissem Maafse schnell abgekühltes Eisen sich hier ganz gleich aussehen können.

Das rothbrüchige (schwefelhaltige) Roheisen ist für sich nicht zum Vergiefsen anzuwenden, da es nicht dünnflüssig ist, zu schnell erstarrt, im Innern Blasen bekommt und sehr leicht rostet. Doch wird es, wie schon erwähnt, dem Roheisen, welches nur wenig Graphit absondern soll, als Zuschlag zugesetzt, entweder indem man es beim Hohofenbetriebe durch schwefelhaltige, schwach geröstete Erze, oder beim Flammofenbetriebe durch Zusatz von rothbrüchigem Roheisen oder einer gypshaltigen Schlacke, woraus sich der Schwefel durch die Kohle reducirt, einbringt. Man bedient sich zu demselben Zweck auch der mangan- und kupferhaltigen Erze.

Das kaltbrüchige (phosphorhaltige) Eisen giebt, wenn es bei einem guten Gaargange des Ofens erzeugt worden, ein vortreffliches Material für kleine zierliche Güsse, da es die Formen sehr scharf füllt und langsam erkaltet, doch wird es dabei hart und spröde, läfst sich schwer mit Meifsel und Feile bearbeiten und hält selbst in dicken Stücken keine Stöfse aus.

Die Giefsereien bedienen sich zur Darstellung ihres Roheisens entweder des Hohofens, oder des Umschmelzbetriebes, oder beider zugleich. In der Nähe eines Hohofens wird eine Giefserei immer am vortheilhaftesten angelegt, weil das im Heerde befindliche flüssige Roheisen nur ausgeschöpft und in die Formen gegossen oder nur abgestochen und in dieselben geleitet zu werden braucht. Ist man aber blos auf das Roheisen beschränkt, so wie es der Hohofen liefert, so können nicht alle Gufswaaren von erforderlicher Qualität geliefert werden. Einer gut eingerichteten Giefserei mufs aber zu jedem Augenblicke jede Art von Roheisen, die zu den verlangten Gufswaaren erforderlich ist, zu Gebote stehen, und diefs kann nur durch Umschmelzen geschehen; denn wollte man in einem Hohofen verschiedene Roheisensorten erzeugen, so würde man den Betrieb zu sehr stören.

In Schweden, wo an vielen Orten ein sehr bedeutender Giefsereibetrieb aus den Hohöfen stattfindet, sucht man schon durch Gattiren und Rösten der Erze die Eigenschaften des Produktes zu bedingen. Zu allem haltbaren Eisen wählt man sehr grobkörnige, ziemlich reiche Erze aus, denen man durch Zufügung ärmerer und des Kalks die nöthige Schlacke giebt und aus den oben genannten Gründen schwefelhaltige Erze und, um die zu grofsen Gufsstücken erforderliche Eisenmenge möglichst schnell zusammen zu haben, bis 15 Procent altes Brucheisen zusetzt. Auf diese Weise werden sehr haltbare Geschütze und auch Walzen gegossen. Um sich von der Haltbarkeit des

Eisens an den einzelnen Tagen zu überzeugen, giefst man mit jedem der erwähnten Stücke Stäbe, die man einer Probe unterwirft, aus der man auf die Haltbarkeit des Geschützes folgert. — Ist der Bruch der Stange grau, so hält sie schlecht; hat sie dagegen grofse weifse Ecken und nur einen grauen kreisförmigen Kern, so hält sie am besten und der Ofengang ist der zweckmäfsigste zur Geschützgiefserei.

Bei einigen Hohöfen, in denen man Erze verschmilzt, die bei gutem ökonomischen Gang ein für gröfsere Artikel zu graues Roheisen geben, wirft man auf das im Heerde befindliche geschmolzene Roheisen geröstetes, möglichst reines Eisenerz und rührt es ein; es entsteht bei der Reduction dieser Erze, deren Sauerstoff einen Theil Kohle des Eisens verzehrt, ein Aufkochen durch die entweichende Kohlensäure, und das Eisen ist nun weniger grau. Jedoch erkältet dieser Prozefs, den man das Füttern nennt, den Ofen, das Eisen giebt unsichere und ungleiche Resultate und ist daher für wichtige Güsse nicht sehr zu empfehlen.

Bei Koakshohöfen ist der Gufs leichter, indem das Eisen zu verschiedenen Zeiten immer ziemlich gleich und dünnflüssig ist und dabei nicht leicht Graphit ausscheidet; allein bei diesen Oefen ist das den Betrieb störende Schöpfen nicht zulässig, und man benutzt sie daher hauptsächlich nur zum Giefsen gröberer Artikel mittels Abstechen.

Das Schöpfen ist bei grofsen Oefen sehr umständlich und bei allen wird der Betrieb gestört, welches bei grofsen nachtheiliger als bei kleinen ist; auch geht dabei sehr viel Eisen mechanisch durch die Schlacke verloren. Man hat daher, weil sich die Operation bei dem Giefsereibetriebe aus einem Hohofen nicht vermeiden läfst, verschiedene Mittel zur Abhülfe dieser Nachtheile anzuwenden gesucht. Um die Schlacke zurückzuhalten und um möglichst reines Eisen auszuschöpfen, senkt man in Rufsland gufseiserne, mit Lehm überzogene Kränze ungefähr von 1 Fufs Höhe in den Vorheerd hinein und schöpft aus dem auf diese Weise umschlossenen Raum das Roheisen aus, ohne durch die Schlacke behindert zu werden. Um aber den Hohofenbetrieb gar nicht zu stören, hat man neuerlich sogenannte Schöpfheerde eingerichtet, die entweder gewöhnlich neben dem Vorheerde oder selten am Hinterheerde befindlich sind, und hat dadurch den Zweck sehr gut erreicht. Sie wurden schon im vorhergehenden Abschnitte bei der Construction der Hohöfen erwähnt.

Fig. 54. ist ein Profil und Fig. 55. ein Grundrifs von solch einem Schöpfheerde, wie er in Oberschlesien in Anwendung steht: *a* ist der Vorheerd des mit Masse zugestellten Hohofens, *e* der ganz von vorn an demselben befindliche runde, oben 12 und unten 9 Zoll weite Schöpfheerd, mit jenem durch den Kanal *b* in der Mittelwand *a* zwischen beiden verbunden,

so dafs das Eisen ohne Schlacke in den Vorheerd gelangt. Die Communicationsöffnung ist 4 Zoll breit und 5 Zoll hoch; enger darf sie nie sein, weil sie sich sonst leicht verstopfen und das Eisen matt in den Vorheerd gelangen würde. Am Harz, wo das aus einer strengflüssigen Beschickung erblasene Roheisen weit weniger hitzig, als das in Schlesien ist, mufste die Verbindungsöffnung viel weiter und höher gemacht werden, so dafs auch Schlacke in den Schöpfheerd gelangen und eine Decke über dem, in demselben befindlichen Roheisen bilden kann. Man fand hier, dafs es am zweckmäfsigsten sei, den Schöpfheerd nur als einen Flügel des Vorheerdes anzusehen, weil man alsdann noch den Vortheil erlangte, recht viel Eisen im Heerde halten zu können. Da das Eisen erst dann in den Schöpfheerd treten mufs, wenn der Hohofen im guten Betriebe ist, so wird der Kanal *b* bis dahin mit einem, mit Lehm überzogenen Stück Holz verstopft. Das Holz verkohlt und kann dann leicht herausgestofsen werden, wenn der Schöpfheerd gebraucht werden soll.

Im Württembergischen findet man ähnliche, vortrefflich eingerichtete Schöpfheerde. Sie bestehen aus feuerfestem ungebrannten, aber mit dem Pulver von gebranntem vermengten Thon, sind rund, etwas conisch und haben keinen Boden, werden aber auf eine aus geschlagenem Thon bereiteten Sohle, die ihren Boden bilden, aufgesetzt. Sie sind etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick, 14 Zoll hoch, oben 16 und unten 13 Zoll weit; ihr Boden liegt 3 Zoll unter dem Boden des Vorheerdes zu dem des Schachtheerdes gehenden, halb cylindrischen Kanal, von 3 Zoll Grundfläche und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Höhe, stehen beide in Verbindung. Der ganze Schöpfheerd ist in eine feste Masse von Lehm eingesetzt, welche den Winkel zwischen dem Backenstücke und dem Gemäuer der vorderen Ofenumfassung einnimmt. Der Schöpfheerd wird, ehe man das Eisen eintreten läfst, gehörig durch glühende Kohlen angewärmt und der Communicationskanal bis dahin mit Kohlenlösche verstopft; da sich aber das zuerst eintretende Eisen dennoch abkühlt, so wird es in den Vorheerd zurückgeschöpft. Doch kühlt sich beim Betriebe mit erhitzter Luft das Eisen nie so ab, dafs es nicht zum Vergiefsen tauglich wäre. Ueberhaupt treten die Vortheile der Schöpfheerde vorzüglich beim Schmelzen mit heifser Luft hervor, denn hier mufs natürlich das Schöpfen aus dem Vorheerde selbst allemal eine äufserst bedeutende Erkältung der Luft erzeugen. Die Erneuerung solch eines thönernen Schöpfheerdes ist mit keinen Schwierigkeiten verbunden und kann in 4 bis 5 Stunden ausgeführt werden. Schöpfheerde von feuerfesten Ziegeln, wie die Schlesischen, haben jedoch gröfsere Vorzüge und eine längere Dauer als die thönernen.

Seltner liegen die Schöpfheerde an der Hinterseite des Ofens, die alsdann wie die vordere mit einem Vorheerde versehen ist, aus dem geschöpft

wird, während durch die andere das Gestell gereinigt und die Schlacke abgezogen wird; derselbe kann dann sehr verengt werden, um eine zu grofse Abkühlung möglichst zu vermeiden. Der Tümpel des Schöpfheerdes liegt nur 6 Zoll über den Boden, um die Schlacke zurück zu halten.

Bei den Stichheerden ist der Vorheerd, statt des sonst gewöhnlich abgeschrägten Wallsteins, durch eine vertikale Brust- oder Wallmauer von feuerfesten Ziegeln geschlossen, in deren und der Mitte des Vorheerds ein vertikaler, 9 Zoll hoher, bis auf den Boden des letztern hinabreichender, aufserhalb $1\frac{1}{2}$ Zoll, an der innern Seite aber $4\frac{1}{2}$ Zoll weiter Schlitz angebracht ist. Die Oberseite der Wallmauer ist, zum Schutz gegen die Beschädigungen durch das Arbeitsgezähe, mit einer gufseisernen Deckplatte belegt und gegen den Schlitz ist eine gufseiserne Gufs- oder Abstichplatte mittels in die Wallmauer eingeschlossener Bolzen, welche durch Löcher in die Platte gehen und durch deren Schlitze Splette gesteckt werden, befestigt. In der Mitte ist diese, auf der innern Seite mit Thon bestrichene Platte mit 4 bis 5 senkrecht über einander befindlichen und mit dem Schlitz in der Wallmauer correspondirenden, $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll weiten Oeffnungen versehen, die sich nach Innen erweitern. Diese ebenfalls mit Thon ausgestrichenen Oeffnungen dienen zum Ablassen des geschmolzenen Roheisens in die vor die Wallmauer gestellten Pfannen und Giefskellen. Nach erfolgtem Abstich werden die Oeffnungen wieder mit Thonpfropfen verstopft. Durch diese einfache Vorrichtung läfst sich zu jeder Zeit, ohne Störung des Ofenbetriebes und ohne Belästigung durch die Schlacke, flüssiges hitziges Eisen aus dem Heerde zum Betriebe der Giefserei erhalten. Die Gufsplatte kann, wenn sie unbrauchbar geworden, leicht wieder ausgewechselt werden. Die innern Winkel an der Wallmauer und den Heerdbackensteinen werden mit einer Thonmasse, die mit Quarzsand vermengt ist, ausgestampft, um die scharfen Ecken und Kanten zu brechen, welche zum Ansetzen von erstarrter Schlacke Anlafs geben würden. (Abbild. Karsten's Eisenhüttenk. Taf. XVII. Fig. 7—9.)

Eine andere ähnliche Vorrichtung zum Abstechen des Roheisens für die Giefserei ist die folgende: Der Vorheerd ist wie gewöhnlich mit einem, in denselben hineinreichenden Wallstein versehen; jedoch ist er vorn senkrecht und mit einer gufseisernen Platte bekleidet, die mittels Splettbolzen befestigt ist. Sie hat zwei Oeffnungen, von denen die in der Mitte befindliche mit einem Ansatz versehen und nach dem Heerde zu $1\frac{1}{2}$ Zoll weit, vorn aber weiter ist. Vor derselben liegt in der Hüttensohle entweder ein flacher, zum Ein- und Ausheben mit Henkeln versehener Kessel, oder eine mit starkem Gestübbe ausgeschlagene Abstichgrube, aus welcher man das Eisen ausschöpft. Nach dem Abstich wird dieselbe oder der Kessel mit einer gufseisernen Platte bedeckt, damit die Schlacke ungehindert ablaufen kann. Soll nun zum Bedarf

der Giefserei Eisen abgestochen werden, so wird der Thonpfropf, mit welchem die Abstichöffnung gewönlich verschlossen gehalten wird, herausgestofsen, um den Abflufs des Eisens nicht mehr aufzuhalten. — Die andere Oeffnung, links von der vorhergehenden, dient zum gewöhnlichen Abstechen des Roheisens und ist in gewöhnlicher Art in den Vorderbacken des Heerdes angebracht.

Ein Stück aus mehreren verschiedenen Oefen, Hoch- und Flammenöfen abzugiefsen, ist ein unzuverlässiges Verfahren, da das Eisen stets ungleich ausfällt und vor dem Einfliefsen in die Form sehr schwer zu mengen ist.

Der Umschmelzbetrieb

hat im Vergleich mit dem Hohofenbetriebe sehr wesentliche Vortheile für eine Giefserei. Er allein vermag alle die verschiedenen Eisensorten, welche die mannigfachen Gufsartikel erfordern, einigermaafsen sicher und zu jeder Zeit zu geben. Er ist fast unabhängig von den vielen Veränderungen, welche der Hohofenbetrieb erleidet; man kann beliebig grofse und kleine Stücke giefsen und bedarf eines bei weitem geringern Inventariums, als beim Hohofengusse; man hat zu jeder Zeit flüssiges Roheisen zu seiner Disposition und kann das zu jeder Gufswaare erforderliche Roheisen leicht herbeischaffen. Endlich kann man auch Giefsereien ohne Hohöfen an solchen Orten betreiben, wo die Anlage von diesen letztern unstatthaft ist.

Das Umschmelzen des Roheisens geschieht auf dreierlei Art, nämlich in Tiegeln, in Schacht- oder Kupolöfen und in Flammöfen. Die beiden ersten Methoden dienen blos dazu, das Eisen wieder flüssig zu machen, der Flammofen aber, um es dabei zugleich in seiner Zusammensetzung und Natur zu ändern. Der Tiegelgufs ist nur noch für kleine Bijouterien üblich, und zwar in Fabriken, in denen keine Kupolöfen im Betrieb sind. Der Kupolofen liefert in seinem dauernden Betriebe das Eisen zu einer den ganzen Tag über fortgehenden Förmerei, und wenn es mehrere Formen übereinander hat, oder wenn mehrere nebeneinander stehen, so kann man auch bedeutend grofse Stücke aus ihnen abgiefsen. Der Flammofen giebt das Eisen für grofse und haltbare Gufsstücke, und mufs auf einmal abgestochen werden. Gröfsere Giefsereien sind sowohl mit diesen, als auch mit Kupolöfen versehen.

Das Schmelzen in Tiegeln.

Die Tiegel werden zu einem oder zu mehreren in kleine Zugöfen gesetzt und das Eisen, um möglichst wenig Abbrand zu haben, mit einer starken Hitze schnell niedergeschmolzen. Kohlen- oder Graphittiegel sind den

thönernen vorzuziehen; wendet man aber letztere an, so ist es gut, sie auswendig mit Oel und Kalk zu bestreichen, wodurch sich beim Schmelzen eine Glasur bildet, die das Aufreifsen mehr verhindert. Man setze, wenn man sich die Tiegel selbst schlägt, der Masse etwas gebrannten Thon zu; sie schrumpfen dadurch zwar mehr zusammen, schmelzen aber nicht so leicht. Man bringt das Eisen sehr klein geschlagen in die Tiegel und deckt eine Schicht Kohlenstaub oder gute Hohofenschlacke darüber. Der Abbrand steigt auf 10 Procent und wenn man die sonstigen Verluste beim Giefsen einrechnet, bis auf 30 Procent.

Die Oefen zum Tiegelschmelzen unterscheiden sich von den früher (S. 66 etc.) beschriebenen Oefen zum Probiren der Eisenerze durchaus nicht. Man kann daher Tiegelschmelzöfen mit natürlichem Luftzuge und mit Gebläse anwenden. Die letztern sind die vorzüglichern, weil sich darin schneller eine höhere Temperatur hervorbringen läfst.

Man empfiehlt einen Tiegelofen, der das schnelle Schmelzen sehr begünstigt und den sonst bedeutenden Kohlenverbrauch sehr vermindert.

Das Schmelzen geschieht nämlich in einer eigenen kleinen Esse, welche der Wind von allen Seiten zugleich trifft und in welcher daher leicht eine hohe Temperatur erzeugt werden kann. Die Esse besteht aus Thon und ist ringförmig; im Lichten beträgt ihr Durchmesser 12 Zoll, ihre Höhe 10 Zoll und die Dicke des Ringes 2 Zoll. Um sie zu verfertigen, setzt man zwei Eisenringe, welche die erforderlichen Dimensionen haben, genau concentrisch ineinander und stampft zwischen beide feuesfesten Thon hinein. Im äufsern Ringe befinden sich zwei Reihen Löcher, jede hat deren acht, die so gestellt sind, dafs die obere Reihe auf die Intervallen der untern treffen. Die Löcher sind 1 Zoll weit. Ist der Thonring eingestampft, so sticht man in demselben durch die Löcher des äufsern Ringes hindurch und bohrt auf diese Weise die 16 Löcher cylindrisch aus. Man zieht nun den innern Eisenring ab und schneidet oben und unten einen Falz hinein. Der Thon darf nur wenig feucht sein; der fertige Ring wird an der Luft getrocknet und wenn er etwas geschwunden ist, so nimmt man den äufsern Eisenring ab und, um ihm mehr Festigkeit zu geben, legt man in der Mitte seiner Höhe einen Eisenring um ihn. Will man die Esse gebrauchen, so setzt man sie in die cylindrische, 24 Zoll weite und 10 Zoll hohe Vertiefung eines Heerdes, so dafs ringsum 4 Zoll Zwischenraum bleiben, den man oben mit einem eisernen, scheibenförmigen Ringe umschliefst, der an der Esse und am Heerde luftdicht verschmiert wird. In der Höhe der unteren Löcherreihe und zwar so, dafs er kein einziges Loch trifft, leitet man vielen Gebläsewind ohne Druck in den ringförmigen Raum. Den Tiegel setzt man auf Ziegelsteinen so hoch, dafs sein Boden mit der untern Löcherreihe gleich hoch steht. Ist die Esse an der obern

Seite ausgebrannt, so dreht man sie um, und nimmt die untere Seite nach oben; sie hält auf diese Weise 10 bis 15 Schmelzungen aus. Während des Schmelzens setzt man zwei, zusammen 3 Fufs hohe, Schornsteine von Thon auf die Esse, welche die Wärme zusammenhalten; sie sind durch eine kleine Winde leicht abzuheben. Die Kohlen zu diesem Schmelzen müssen alle ziemlich grofs sein; am besten ist es, sie durch ein grofslöchriges Sieb auszusieben. Dieser Ofen ist auch zu andern Metallschmelzungen, besonders zu Gufsstahl zu empfehlen.

Am vortheilhaftesten ist es, den Oefen eine solche Einrichtung zu gehen, dafs nur ein einziger Tiegel eingesetzt wird, weil dadurch das Brennmaterial am besten zusammengehalten werden kann. — Als Brennmaterial wendet man entweder Holzkohle oder Koaks an; allein bei jenen mufs der Ofen höher sein, auch müssen von Zeit zu Zeit Kohlen nachgeschüttet werden, wodurch das Umschmelzen kostbar wird, so dafs man zum Umschmelzen von 100 Pfund Roheisen 80 bis 100 Kubikfufs Holzkohlen gebraucht; an Koaks dagegen 10 bis 15 Kubikfufs.

Runde Schächte sind besser als eckige, weil die Kohlen in den Ecken nur mit geringem Effect verbrennen und weil sie in runden besser niedersinken. — Zuletzt mufs eine sehr starke Hitze gegeben werden, damit das Roheisen in einen recht dünnen Flufs kommt und bei der, beim Ausheben des Tiegels unvermeidlichen Abnahme der Temperatur nicht matt wird. — Man bedeckt zwar den Tiegel mit Scherben von verbrauchten Tiegeln, um das Hineinfallen von Koaks zu vermeiden, welche das Eisen verunreinigen könnten, allein die Luft wird dadurch nicht abgehalten, weshalb sich auch etwas Eisen verschlackt und zwar um so mehr, je länger der Prozefs des Umschmelzens dauert. Eine Kohlenstaubdecke ist daher zweckmäfsig, eine Glasdecke ist es aber nicht, da sie den Tiegel verunreinigt nnd beim Ausgiefsen in der Form hinderlich ist.

Weifses und graues, bei leichtflüssiger Beschickung in Oefen mit niedrigen Gestellen erblasenes Roheisen kommen zwar schneller in Flufs, behalten aber die Flüssigkeit nicht lange, sondern erstarren sehr bald, wenn sie nicht anhaltende und starke Hitze erhalten. Graues, bei strengflüssiger Beschickung und über hohen und engen Obergestellen erblasenes Roheisen erfordert einen weit höhern Hitzegrad zum Flüssigwerden, behält diesen Zustand aber auch länger und im höhern Grade. Aehnlich verhält sich das durch Umschmelzen im Flammofen lichter gewordene graue Roheisen, und es ist dasselbe, wegen seiner Dünnflüssigkeit und wegen der schönen, glatten und reinen Oberflächen, welche die Gufsstücke erhalten, ganz vorzüglich zum Tiegelgufs geeignet. — Der Abgang beim Tiegelschmelzen durch Abbrand, Verzetteln beim Vergiefsen etc., beträgt je nach dem schnellern oder langsamern

Schmelzen 25 bis 33 Procent. — Die Kohlen dürfen nicht in zu grofsen Stücken angewendet werden.

Die Tiegelgiefserei ist zwar einfach, dagegen aber kostbar, theils wegen Unterhaltung der Tiegel, theils wegen des grofsen Brennmaterial-Aufwandes und wegen des bedeutenden Eisenverlustes. Es tragen daher nur kleine Gufsstücke, Luxusartikel seine Kosten.

Die Kupolöfen.

sind Schachtöfen, in die man Kohle und Eisen schichtenweise einträgt. Sie bestehen aus einem eisernen Mantel und einem gemauerten Schacht. Da dieser letztere oft erneuert werden mufs, so ist es vortheilhaft, den erstern nicht, wie es gewöhnlich geschieht, im Ganzen zu giefsen, sondern ihn aus Platten zusammenzusetzen, die man leicht abnehmen, und so zum Schacht gelangen kann. Die Oefen stehen in dem Hüttenraum gewöhnlich zu zweien unter einem Rauch- oder Funkenfange, so dafs, wenn der eine im Betriebe ist, der andere ausgebessert werden kann. Den Wind erhalten sie von Gebläsen, die mittels Wasser- oder Dampfkräften betrieben werden. Die Kupolöfen haben höchstens 15 bis 18 Fufs Höhe, die jedoch bei erhitztem Winde auf ein Maximum von 6 bis 8 Fufs bei Holzkohlen, und von 5 bis 6 Fufs bei Koaks reducirt werden kann, und einen kreisförmigen, ovalen, acht- oder viereckigen Durchschnitt, der sich gewöhnlich nach oben zu etwas verjüngt. Ihr Durchmesser im Lichten geht selten über 3 Fufs.

Wir geben hier zuvörderst die Beschreibung und Abbildung eines mit Koaks betriebenen Kupolofens auf der Saynerhütte bei Ehrenbreitstein in Rheinpreufsen, und zwar ist Fig. 17., Taf. II., eine Ansicht des Ofens und Lufterhitzungsapparats von der vorderen Seite, Fig. 18. ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie *CD* Fig. 19., und Fig. 19. ein horizontaler Durchschnitt in der Höhe der Form. Zur Aufstellung des Ofens wird ein massives Fundament *a* gemauert, dem man einen Abzug *b* für die Feuchtigkeit giebt. Auf demselben liegt die gufseiserne Bodenplatte *cc*, die mit einem aufwärtsstehenden Rand versehen ist. Um das Zerspringen zu verhüten, macht man sie aus zwei Hälften, oder giebt ihr einen Zoll breiten Einschnitt. Auf diese Bodenplatte setzt man den äufseren Mantel *ddd* des Ofens auf, dessen einzelne Platten mit Ränder versehen und mit Bolzen und Schrauben zusammengehalten werden. Oben schliefst man den Mantel mit einer, gewöhnlich aus mehreren Theilen bestehenden Deckplatte *ee*, die in der Mitte die Gichtöffnung frei läfst. — Der hier dargestellte, 7 Fufs hohe, unten 18 bis 20 und oben in der Gicht 16 bis 18 Zoll weite Kupolofen ist mit einem Vor- oder Schöpfheerde *f* versehen und wird mit einer Form *g* betrieben, die

2 Zoll im Durchmesser hat und 14 bis 16 Zoll vom Boden entfernt liegt. Durch den Schöpfheerd *f* ist man im Stande, 16 bis 18 Centner flüssiges Eisen in dem Ofen halten zu können, was in vielen Hinsichten Vorzüge gegen diejenige Einrichtung hat, bei welcher die Oefen mit geschlossener Brust (ohne Vorheerd, wie in Fig. 20 etc.) arbeiten. Durch den gröfseren Heerdraum wird das Eisen von gleichartigerer Beschaffenheit, und behält, weil eine gröfsere Eisenmasse im Heerde gehalten werden kann, länger die Hitze.

Der Lufterhitzungsapparat, durch welchen der Wind circulirt, ist bereits im 4. Abschnitt S. 143 beschrieben worden, weshalb wir hier darüber weggehen können.

Das Schachtfutter *n* mauert man aus keilförmigen, feuerfesten Ziegeln und einen Mörtel von zwei Theilen feuerfesten Thon und einem Theile reinen Sand, und läfst dabei zwischen dem Schacht und dem Mantel einen Zwischenraum von 2 bis 3 Zoll, *p*, den man mit Asche, kleinen Steinen, oder sonstigen schlechten Wärmeleitern füllt, um die Wärmeleitung zu vermindern.

Die zu dem Vorheerd führende Oeffnung wird überwölbt, oder mit einem Tümpeleisen versehen, *y* ist die Abstichöffnung. Ein solcher Schacht dauert, wenn er aus gutem Material erbaut ist, selbst bei täglichem Betriebe, mehrere Wochen; zuerst brennt er auf der Formseite aus; ein- bis zweimal kann man ihn noch durch das Wegbrechen dieses Theils und Wiederaufmauern mit neuen Ziegeln ausbessern, dann mufs er aber ganz neu gemacht werden. Die Sohle des Ofens und des Schöpfheerdes *p* besteht aus festgestampftem Sand.

Die Fig. 20 bis 24, Taf. III., zeigen die Abbildungen zweier, ebenfalls mit Koaks gefeuerter Kupolöfen auf der Eisengiefserei zu Gleiwitz in Oberschlesien, deren Winderhitzungsapparat wir schon weiter oben (S. 142) beschrieben haben. Beide Oefen liegen unter einer gemeinschaftlichen Esse, und jeder ist mit zwei, einander gegenüberliegenden Formen versehen. Jeder ruht auf einem Ziegelsteinfundament von cylindrischer Form, das inwendig hohl und mit feuerfestem Thon fest ausgestampft ist. Nach der Brust des Ofens öffnet sich der Rand *B*, und hier bildet der Kranz einen Vorsprung *C*, welcher zur Unterstützung des Abstichs dient. Der Kranz ist nach einer radialen Richtung gespalten, um der unregelmäfsigen Ausdehnung widerstehen zu können, welche die ungleiche Wärmevertheilung veranlafst. Das aus feuerfesten Ziegelsteinen aufgeführte, 8½ Zoll starke Schachtfutter erhebt sich bis zur Höhe der Formen senkrecht und dann etwas conisch; unten ist der Schacht 21 bis 22 und oben 15 bis 16 Zoll weit. Die ganze Höhe beträgt 8 Fufs; die kupfernen Wasserformen liegen 18 Zoll über dem von hinten nach vorn zu schräg abfallenden und aus feuerfestem Thon und Quarzsande

bestehenden Boden, und sie sind in dem Maul 2 bis $2\frac{1}{4}$ Zoll weit. Die äufsern Mäntel der Oefen bilden zwei übereinander stehende, 1 Zoll starke, gufseiserne Cylinder. Der zwischen denselben und dem Futter bleibende Raum ist mit Sand ausgefüllt. Das Ganze ist mit einem gufseisernen Kranze *D* bedeckt. Unten sind die die Mäntel bildenden Cylinder mit einer $10\frac{3}{4}$ Zoll weiten und 17 Zoll hohen Oeffnung für die Stichöffnugen, und weiter hinauf mit zwei 6 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Oeffnungen für die Formen versehen, denen das kalte Wasser durch die Röhren x, x zugeführt und das warme durch die Röhren y, y abgeführt wird.

Man schmelzt in den Oefen Roh- und Brucheisen bei sogen. Theerkoaks, d. h. in Oefen gewonnenen, in denen man auch den Theer gewinnt.

Die aus einzelnen Platten bestehenden Kupolofenmäntel sind zweckmäfsiger als die Cylinder, indem sich jene besser repariren lassen und man auch besser zur Reparatur des Schachts gelangen kann, indem man einzelne Platten herausnimmt.

Höhe und Weite der Schächte richten sich nach der Stärke der Gebläse, nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, auch wohl nach der gröfseren oder geringeren Schmelzbarkeit des Roheisens. Am zweckmäfsigsten ist es, den Schacht von der Form bis zur Gicht cylindrisch in die Höhe zu führen und demselben keine Verjüngung zu geben. — Schmelzt man nicht strengflüssige, dünne Roheisenstücke bei guten, nicht zu festen und dichten Koaks, und bei einem regelmäfsig starken Winde, so reicht eine Höhe von 4 bis 5 Fufs hin. Werden aber dickere Roheisenstücke und leichte Koaks aus Backkohlen angewendet, so drückt sich das Eisen leicht durch die Koaks und giebt mattes Eisen, so dafs eine Schachthöhe von 6 Fufs nothwendig, wogegen bei strengflüssigem Roheisen eine Höhe von 8 Fufs zweckmäfsig ist. — Mit Holzkohlen betriebene Kupolöfen müssen 15 bis 20 Fufs hoch sein, wie denn überhaupt diefs Brennmaterial nicht sehr vortheilhaft zum Betriebe dieser Oefen benutzt werden zu können scheint.

Die Weite der Schächte richtet sich nach der Stärke des Gebläses, nach dem Brennmaterial, nach der Anzahl der Formen, der Feuerbeständigkeit der Schachtsteine, besonders aber nach der Schmelzbarkeit des Roheisens. Sie beträgt 18 bis 22 Zoll. Nicht genug zu empfehlen sind mehrere Formen, mindestens zwei einander gegenüberliegende, besser aber noch mehrere, so dafs der Wind gleichförmig vertheilt werden kann und zugleich einer geringeren Geschwindigkeit bedarf, so dafs er die Erhitzung der oberen Schachthöhe wesentlich befördert.

Bei der Bestimmung der Höhe der Form über dem Boden ist dahin zu sehen, dafs der Raum unter der Form gehörig erhitzt und das flüssige Roheisen nicht zu sehr abgekühlt wird. Bei starkem Gebläse und guten festen

Koaks kann sie 20 bis 22 Zoll, sonst aber nur 12 bis 15 Zoll betragen. Hat sich der Heerd schon mit flüssigem und hitzigem Roheisen angefüllt, so kühlt sich dasselbe nicht so leicht mehr ab. Um daher viel Eisen unter der Form fassen zu können, ohne durch deren zu hohe Lage einen Mangel an Hitze zu veranlassen, legt man mehrere Formen, oder mehrere Reihen von Formen in einer vertikalen Entfernung von 12 bis 14 Zoll übereinander, wodurch man eine bedeutende Formhöhe von 24 bis 36 Zoll erhält und eine beträchtliche Menge von flüssigem Eisen zum Abgufs schwerer Sachen im Heerde halten kann. Diese Einrichtung ist der eines Vorheerdes vorzuziehen, theils weil sich dadurch mehr Eisen halten läfst und theils weil dessen Mattwerden weniger zu befürchten ist. Die obern Formen werden erst geöffnet, wenn das flüssige Roheisen die Höhe der untern, welche dann mit Thon verschlossen wird, erreicht hat. Nach dem Abstich wird die obere Form wieder verschlossen und durch die tiefer liegende so lange geblasen, bis das flüssige Roheisen wieder zu dieser gestiegen ist. Man hat Kupolöfen mit drei Reihen übereinander liegenden Formen, die bis 70 Centner flüssiges Roheisen fassen können; andere von 6 Fufs Durchmesser, die an 200 Centn. enthalten.

Man hat auch die Kupolöfen beweglich eingerichtet, d. h. sie auf ein Fundament gestellt, welches auf eisernen Schienenwegen ruhet, so dafs die mit geschmolzenem Eisen angefüllten Oefen, auf den Schienenwegen, aus einem Arbeitsraum in den andern gebracht und bis zu den Dammgruben vorgezogen werden können. Bei grofsen Entfernungen des Gebläses von den Dammgruben ist solche Einrichtung sehr vortheilhaft. — Auch führen wohl Schienenwege von den Oefen zu den Dammgruben und Formenräumen, so dafs das flüssige Eisen in Pfannen, die auf Wagen stehen und durch Krahne abgehoben und ausgegossen werden, leicht zu den Formen gebracht werden können.

Die Formen bestehen gewöhnlich aus Gufseisen oder Thon, auch haben die Oefen hin und wieder gar keine Formen, indem die Formöffnung deren Stelle vertritt. — Die Düsenöffnung richtet sich nach dem Effect des Gebläses und nach der Geschwindigkeit des Windes, welche jedes Brennmaterial erfordert. Je weiter die Düsen, ohne Verminderung der nothwendigen Geschwindigkeit des Windes, sein können, desto schneller und vollkommener wird die Schmelzung gehen. 6 bis 8 Fufs hohe Koaksöfen erfordern 5 bis 600, 15 bis 20 Fufs hohe Holzkohlenöfen 250 bis 300 Kubikfufs Wind. — Die Geschwindigkeit des Windes mufs stets geringer sein, als die bei gleichen Brennmaterialien beim Hohofenbetriebe ist, weshalb auch mehrere Formen wesentlich sind; ein stark geprefster Wind ist nie angemessen. Daher sind auch Ventilator- und ähnliche, einen Wind von geringer Pressung, liefernde Gebläse bei dem Kupolofenbetrieb recht zweckmäfsig, und besonders ist die

geringe Windgeschwindigkeit beim Umschmelzen von Spiegeleisen, und vor Allem von aus Raseneisensteinen dargestelltem Roheisen mit Phosphorgehalt, nothwendig.

Der Holzkohlenaufwand beim Kupolofenbetrieb ist sehr verschieden, je nachdem das Roheisen mehr oder weniger hitzig eingeschmolzen wird, und der Unterschied beträgt oft $\frac{1}{3}$. Als Durchschnittszahl kann man annehmen, dafs zu 100 Preufs. Pfunden bis $4\frac{1}{2}$ Kubikfufs oder 36 bis 46 Pfund Nadelholzkohlen erforderlich sind, wobei jedoch die zum Anwärmen erforderlichen Kohlen mitgerechnet sind; zu 100 Pfund strengflüssigem Roheisen sind wohl $5\frac{1}{2}$ bis 6 Kubikfufs oder 55 bis 60 Pfund Kohlen erforderlich, und bei niedrigen Schächten und schlechten Kohlen kann der Aufwand noch bedeutender sein. — Der Koaksaufwand beträgt durchschnittlich für 100 Pfd. $1\frac{1}{2}$ Kubikfufs oder etwa 48 Pfund, welches Resultat sich jedoch, nach der Beschaffenheit der Koaks, wesentlich abändert.

Zum Einstampfen des Bodens der Kupolöfen dient die vordere Oeffnung mit dem Abstich und es erfolgt erst nach dem Einsetzen des Schachtfutters, worauf die Oeffnung mit Ziegeln vermauert, oder mit Thon versetzt und nun die Abstichöffnung offen gelassen wird. Es erfolgt darauf das Abwärmen und Füllen, welches bei einem neuen Ofen langsamer und länger bewirkt werden mufs, als bei einem schon gebrauchten Schacht. In einen der letztern werden sogleich von oben nieder glühende Kohlen oder Koaks auf den Boden geworfen, frische Kohlen darauf geschüttet und wenn diese durchgebrannt sind, wieder neue u. s. w., bis der Schacht gefüllt ist. Darauf wird das Gebläse angelassen, die Stichöffnung aber noch immer offen erhalten, damit Wind und Flamme hindurchgehen und den Boden möglichst erhitzen können. Ist die Hitze stark genug, welches man durch die Farbe der Gichtflamme leicht erkennen kann, so wird erst wenig und dann mehr Roheisen aufgegeben, und sobald sich die ersten Tropfen davon auf dem Boden zeigen, wird die Stichöffnung mit einem Lehmpfropf geschlossen und nicht eher wieder geöffnet, als bis das Eisen in die Formen oder Giefskellen abgestochen werden soll.

Der Betrieb ist nur einfach. Ein Arbeiter giebt die Gichten auf, die Kohlengichten nach dem Gemäfs, die Eisengichten nach dem Gewicht, reinigt die Form von der sich ansetzenden Schlacke und besorgt mit einer Brechstange den Abstich. Die Gröfse der Kohlengichten richtet sich nach der Weite der Oefen und beträgt bei 20 bis 24 Zoll weiten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Kubikfufs Holzkohlen oder $\frac{3}{4}$ bis 1 Kubikfufs Koaks. Wie viel Eisen das Brennmaterial trägt, mufs durch Versuche ausgemittelt werden. Die neue Gicht wird aufgegeben, sobald die vorhergehende niedergegangen ist, und es geschieht das Aufgeben bei niedrigen Oefen mittels einer Treppe und bei

höhern mit Hülfe besonderer Vorrichtungen. Man behält die einmal als zweckmäfsig erkannte Roheisengicht bei dem vollen Satz des Ofens stets bei, wenn man nicht ein sehr hitziges Gufseisen haben will und alsdann den Satz vermindern mufs. Die zweckmäfsigste Gröfse für das aufzugebende Roheisen sind 6 bis 8 Kubikzoll, und es müssen besonders die Stücken nicht zu stark und auch möglichst rein von anhängendem Sande sein.

Ist das Eisen bis zur Form, oder bis zur obern von mehreren übereinander liegenden gelangt, so wird es abgestochen, d. h. der die Abstichöffnung verschliefsende Thonstöpsel wird herausgestofsen und das flüssige Eisen in die Giefspfannen, oder in die zu den Formen führenden Gerinne gelassen. Kann man das im Ofen befindliche Eisen für den Augenblick nicht alles benutzen, so verschliefst man ihn durch einen an eine hölzerne Stange angeklebten Lehmpfropfen, so gut wie man auch schon Eisen ablassen kann, wenn auch der Ofen noch nicht gefüllt war. Zu hitziges Eisen läfst man in den Pfannen etwas stehen, ehe man es vergiefst, weil es die Formen zu sehr angreifen würde.

Ist die von der Koaksasche, dem am Roheisen hängenden Sande, abschmelzendem Ofenfutter etc. entstehende Schlacke zu strengflüssig, so wirft man, bei vollem Gange des Ofens einige Stücke Kalkstein (etwa 3 bis 4 Procent von dem Gewicht des einzuschmelzenden Roheisens) in denselben, wodurch sie flüssig wird und beim Abstechen mit herausläuft. Hat sie sich doch aber zu sehr angehäuft, so bricht man die Vorwand auf, reinigt den Heerd, setzt jene wieder vor und fährt mit dem Betriebe fort. Flüssige Schlacke erhält das Schachtfutter länger.

Gewöhnlich sind die Kupolöfen nur am Tage im Betriebe und werden des Abends niedergeblasen, und die zuletzt zurückbleibenden Kohlen werden alsdann ausgeräumt. Um eine Kohlenersparung zu veranlassen, reinigt man nach dem letzten Abstechen den Heerd von Schlacke, so weit diefs durch die Abstichöffnung geht, setzt zwei leere Gichten, füllt dann den Ofen mit vollen Eisengichten, verschliefst Stich-, Form- und Gichtöffnungen und läfst den Ofen bis zum folgenden Morgen stehen, worauf man ihn wieder anbläst. Bei einem täglich im Betriebe stehenden Ofen ist diefs sehr zweckmäfsig.

Ein gutes Schachtfutter kann zu 25 bis 30 Schmelzungen oder 4 bis 5 Wochen gebraucht werden. — Der Eisenabgang beim Kupolofenbetrieb ist nach dem Gange, nach dem Brennmaterial und dem Roheisen verschieden; er beträgt mindestens 5 bis $5\frac{1}{2}$, gewöhnlich 7 bis 9 und höchstens 12 bis 15 Procent, wobei das beim Vergiefsen verzettelte Eisen mit begriffen ist. — Bei einem 10- bis 12stündigen Betrieb täglich und wenn in der Stunde 6 Gichten zu 1 Centner durchgehen, kann man 60 bis 72 Centner Roheisen

umschmelzen und 56 bis 67 Centner flüssiges Eisen zum Bedarf der Giefserei liefern.

Durch Anwendung von erhitzter Gebläseluft haben sich die Resultate des Kupolofenbetriebes sehr vortheilhaft verändert. Das Brennmaterial trägt beträchtlich mehr Eisen und es kann in einer bestimmten Zeit mehr Roheisen durchgeschmolzen werden. Man erhitzt den Wind gewöhnlich bis zu 150, höchstens 200° R.; denn wenn auch eine höhere Temperatur vortheilhafter sein sollte, so findet sie doch ihre Grenzen in der Feuerbeständigkeit des Schachtfutters. Bei höheren Holzkohlenöfen wird, bei erhitztem Winde, durchschnittlich ein Drittel an Brennmateral erspart, bei niedrigern sogar die Hälfte, und diefs ist auch das durchschnittliche Resultat des Betriebes mit Koaks und heifsem Winde. — In Oberschlesien ward die Geschwindigkeit des erhitzten und des kalten Windes durch Anwendung gröfserer Düsen bei jenem so regulirt, dafs den Oefen gleiche Luftmengen, auf atmosphärische Dichtigkeit reducirt, zugeführt wurden, so dafs die Anzahl der Kolbenwechsel bei heifsem und bei kaltem Winde unverändert blieb. Allein bei jenem lieferten die Oefen etwa die doppelte Menge Eisen in derselben Zeit. — Auch der Eisenabbrand hat sich bei heifsem Winde etwa um 1 Procent vermindert, und dann darf man es nicht unberücksichtigt lassen, dafs, da bei erhitzter Luft ein Ofen soviel leistet als sonst zwei, die Anlage und Unterhaltungskosten geringer sind, welches besonders für grofse Giefsereien wesentlich ist.

Die sich bei Anwendung des erhitzten Windes darbietenden Erscheinungen scheinen mit denen, welche sich in Hohöfen zeigen, nicht in Uebereinstimmung zu stehen, indem bei diesen eine bedeutend verminderte Temperatur des Ofenschachts die Folge war, die sich bei den Kupolöfen nicht bemerken läfst. Der Grund scheint darin zu liegen, dafs aus den letztern die glühenden Gasarten schneller entweichen, als aus erstern, wogegen eine gleiche Erscheinung in beiden die Temperaturerhöhung des Schmelzraumes selbst ist.

Gar nicht oder nur halbverkohlte Brennmaterialien gewähren beim Kupolofenbetriebe nicht dieselben Vortheile wie bei den Hohöfen, indem sie einen matten Gang veranlassen. Da der Kupolofenprozefs ein einfacher Schmelzprozefs und nicht zugleich, wie bei den Hohöfen, ein Reductionsprozefs ist, so fehlt es an Sauerstoff, um die Brennkraft des unverkohlten Brennmaterials zu benutzen, und weil die Verkohlung desselben im Schacht des Kupolofens daher, eben sowohl als bei dem gewöhnlichen Verkohlungsprozefs, durch freiwillige Entmischung in der erhöhten Temperatur erfolgen mufs, so kann keine Wärme erzeugt werden, sondern es ist vielmehr Wärme erforderlich, um die Entmischung zu bewerkstelligen und um die Entmi-

schungsprodukte zu verflüchtigen. — Dagegen hat man Torf mit Holzkohlen vortheilhaft angewendet.

Die aus der Gicht der Kupolöfen entweichenden glühenden Gasarten müssen auf eine andere Art benutzt werden, als die aus den Hohöfen strömenden, indem die letztern so viel brennbare Gase enthalten, dafs sie selbst als Brennmaterial zu betrachten sind. Die glühenden Gase aus den Kupolöfen können daher vorzugsweise nur dadurch wirksam werden, dafs sie ihre Wärme an andere Körper, wie Lufterhitzungsapparate, Dampfkessel, an Formentrockenräumen etc. absetzen.

Der Flammofen

unterscheidet sich von den Schachtöfen dadurch, dafs bei diesen das Metall in unmittelbarer Berührung mit glühender Kohle steht, während im Flammofen das nicht verkohlte Brennmaterial isolirt verbrennt und nur die brennenden Gase, die Flamme, über das Metall hinstreichen. Es ist hier also selbst in den höchsten Temperaturen nicht möglich, dafs das Eisen noch mehr Kohle aufnehme, als es vor dem Einschmelzen schon hatte, und es kann daher nicht graphitreicher werden, als es war. — Die durch den Rost strömende atmosphärische Luft verliert durch die Flamme nicht allen Sauerstoff, der, begünstigt von der hohen Temperatur, den Graphit des Eisens theilweis verbrennt und die Erdmetalle, die sich besonders häufig im Koakseisen befinden, oxydirt in die Schlacke treibt. Der Flammofen giebt also ein Mittel an die Hand, aus dem dunkelgrauesten Eisen alle Nüancen bis zum halbirten und weifsen zu erzeugen. Leider fehlt uns aber noch, wie schon angedeutet, die Sicherheit in der Procedur, jedesmal und aus jedem Eisen die bestimmte höhere Nüance erzeugen zu können; wir haben zwar bereits mehrere Mittel und Kunstgriffe dafür, doch reichen sie noch nicht aus.

Man unterscheidet bei jedem Flammofen den Feuerungs- und den Arbeitsraum, und es verbrennt in ersterem das Brennmaterial und es ist in dem zweiten der in der erhöhten Temperatur zu behandelnde Körper befindlich. Beide stehen in so unmittelbarer Verbindung, dafs sich die Flamme aus dem ersten in den zweiten begeben mufs, aus welchem sie aufsteigend in die kältere Atmosphäre entweicht. Es entsteht dadurch ein Luftzug unter dem Rost, auf welchem das Brennmaterial verbrennt.

Die Temperatur wird um so höher, je mehr der Abflufs der erhitzten Luft befördert wird, welches durch eine senkrechte Verlängerung der Ausströmungsöffnung oder durch einen Kanal, die Esse, bewirkt wird. Die gröfsere Höhe derselben trägt zur Verstärkung des Luftzuges nicht allein dadurch bei, dafs eine höhere Säule von specifisch leichterer Luft gebildet und

der Unterschied des Druckes zwischen der schwerern kalten und der leichtern warmen Luft vermehrt wird, sondern auch dadurch, dafs mit der zunehmenden Höhe der Esse der Druck der Atmosphäre selbst geringer wird, so dafs die verdünnte Luft, bei dem Heraustreten aus der Esse, einen um so geringern Widerstand findet, je gröfser der Höhenunterschied zwischen den beiden Oeffnungen ist, in welche die atmosphärische Luft durch den Rost in den Ofen tritt und aus welcher sie bei der Essenöffnung wieder abgeleitet wird.

Der Arbeitsraum ist mit der Esse durch den sogen. Fuchs, d. h. durch einen kurzen Kanal verbunden, der eigentlich dazu dient, die wirkliche Gröfse der Ausströmöffnung für die erhitzte Luft zu reguliren, welches durch die Dimensionen der Esse nur unvollkommen würde geschehen können.

Die Fläche, auf welcher das Roheisen im Arbeitsraum ruht, also der Boden oder die Sohle desselben, wird der Heerd genannt. Derselbe wird mit dem Gewölbe umschlosseu, welches zugleich den Arbeits- und den Feuerungsraum umfafst. Die senkrechte Mauer, welche den Heerd von dem Rost, oder überhaupt den Arbeits- von den Feuerungsraum trennt, heifst die Brücke oder Feuerbrücke. Der unter dem Rost befindliche Raum, durch welchen die atmosphärische Luft in den Feuerungsraum gelangt, wird der Aschenfall genannt. — Jeder Flammofen hat mindestens drei Oeffnungen, das Schürloch (die Schüröffnung), welche sich über dem Rost in dem Feuerungsraum befindet und zum Eintragen des Brennmaterials dient. Die zweite, welche zum Heerde führt und die Bestimmung hat, das Roheisen auf den Heerd zu bringen, und nach beendigter Operation im flüssigen Zustande mit Giefskellen wieder aus dem Ofen zu nehmen, wiewohl das Entleeren des Ofens auch häufig durch eine besondere Stichöffnung am tiefsten Punkt des Heerdes bewirkt wird. Die dritte Oeffnung ist der Fuchs zur Ableitung der Flamme aus dem Arbeitsraum.

Die zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten Flammöfen weichen in ihrer Construction nicht wesentlich von den im folgenden Abschnitte zu beschreibenden Puddelöfen ab. Der Heerd ruht theils auf einem Gewölbe, theils auf eisernen Platten; das Gewölbe des Ofens senkt sich in der Gegend des Fuchses bedeutend nach dem Heerd hinab, um dort die Hitze zu concentriren. Man hat aus Erfahrung gefunden, dafs die Flammöfen zum Roheisennschmelzen bei Steinkohlen (die dazu am immer meisten angewendet werden) den gröfsten Effect hervorbringen, wenn sich die Fläche des Rosts zur Fläche des Heerdes etwa wie 2:7, und der dem Zutritt der Luft offene Raum im Rost (Zwischenräume zwischen den Roststäben) zu dem Flächeninhalt der Fuchsöffnung im Ofen ungefähr wie 3 oder 4:1 verhält. Es ist dafür zu sorgen, dafs keine atmosphärische Luft über dem Rost und die Kohlen einströmen kann; es mufs daher sowohl das Schürloch, als auch das Einsetz-

loch durch Thüren möglichst luftdicht geschlossen werden. Man giebt dem Heerd eine vom Rost abwärts sich vermindernde Breite, so dafs derselbe am Fuchs am schmälsten ist. Dem Heerd hat man eine sehr verschiedene Neigung gegen dem Horizont ertheilt, allein dadurch, dafs derselbe nach dem Fuchs hin sich bedeutend neigt, kann erstlich das Roheisen nicht auf dem Heerd gleichmäfsig vertheilt, sondern nur nächst der Brücke aufgesetzt werden; sodann ist nicht zu vermeiden, dafs das Roheisen weifs und matt, d. h. nicht stark genug erhitzt wird, anderer Nachtheile hier noch zu geschweigen. Dagegen ist es weit zweckmäfsiger und für die Erhaltung einer gleichförmigen Temperatur im Ofen höchst wichtig, dem Heerd von der Brücke bis zur Abstichöffnung am Fuchs nur eine Neigung von 1 bis 2° zu geben, soviel als zum völligen Abflufs des Eisens beim Abstich nöthig ist.

Der Heerd wird am zweckmäfsigsten mit reinem Quarzsand, gemengt mit feuerfestem Thon, beschüttet; das Gewölbe, welches den Schmelzheerd mit dem Rost verbindet, mufs aus feuerfesten Ziegeln gebaut und möglichst niedrig sein, damit nicht ohne Noth Hitze verloren gehe; es wird dann noch mit Schutt bedeckt, mit einer Lehmdecke geebnet, um die Hitze zusammenzuhalten und das Gewölbe gegen einen zufälligen Stofs zu schützen. Man giebt dem Heerd, im Vergleich zu seiner Breite am Rost, eine zweimal, auch wohl nur $1\frac{1}{2}$mal so grofse Länge, je nachdem die Beschaffenheit der Steinkohlen verschieden ist, ob sie mit starker Flamme brennen oder nicht. Der Fuchs mufs erweitert oder verengert werden können, wie es die Verhältnisse mit sich bringen; je weiter derselbe, desto geringer ist der Zug, also desto gröfser der Brennmaterialverbrauch, um eine starke Hitze zu erzwingen; je enger der Fuchs, desto langsamer ist der Abzug der Luft, desto länger wird sie im Ofen verweilen, desto schwächer ist aber auch der Zug und die Hitze gleichfalls nicht gehörig gesteigert. Bei einem richtigen Verhältnifs der Fuchsöffnung zur Rostfläche schmilzt das Roheisen, welches auf dem ganzen Heerd ausgebreitet ist, auf allen Punkten gleichförmig nieder, weshalb sie für jede Steinkohlenart ermittelt werden mufs. Die Essen müssen gehörig hoch sein, 40 bis 70 Fufs, ja noch höher, und ihre Weite mufs etwa 16 bis 20 Zoll im Quadrat betragen. Oben müssen sie mit einer Klappe versehen sein, um den Ofen verschliefsen zu können. Nicht selten werden zwei Oefen an eine Esse angebaut, die jedoch für jeden Ofen eine besondere Abtheilung haben mufs. Der ganze Ofen wird mittels eiserner Platten, welche durch Schraubenbolzen zusammengezogen werden, bekleidet, um das Ausweichen der Mauern in der Hitze zn beseitigen. Man stellt die Flammöfen, wenn sie nicht im Hüttengebäude selbst angebracht sind, sondern im Freien stehen, unter ein Dach, um den Regen abzuhalten.

Wir erklären nun mit Hülfe der Fig. 56. bis 59. die Construction

zweier verschiedener Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens. Der in Fig. 56. im senkrechten Durchschnitt und in Fig. 57. im Grundrifs dargestellte Ofen ist auf der Saynerhütte aufgeführt. *a* der Rost, *b* der Schmelzheerd, *c* der Fuchs, *d* das Gewölbe aus feuerfesten Ziegeln, *e* die Abzüchte, *f* eiserne Platten, auf denen das Heerdgemäuer *g* ruhet, über welchem eine Lehmsohle geschlagen, und über diese Sand *i* geschüttet ist; das Schürloch *k*, ein gufseiserner Kasten dient zu dessen Einfassung, *l* die Feuerbrücke, *m* Einsetzthüre, welche ebenfalls einen gufseisernen Kasten hat und durch eine eiserne Thür nach dem Besetzen verschlossen wird. Diese ist von Innen mit Thon beschlagen, um das Verbrennen und Schmelzen zu verhüten; sie läfst sich in eisernen Rahmstücken durch Kette und Hebel aufziehen. Während des Schmelzens verstreicht man die Fugen mit Lehmbrei, oder bewirft sie mit trocknem Sand. *n*, Fuchsdamm, aus feuerfesten Ziegeln angefertigt; man nimmt bei dessen Construction für die Fuchsöffnung das Maximum der Querschnittfläche an, und bestimmt die für jede Kohlenart und Eisensorte auszumittelnde Gröfse dieser Oeffnung durch mehr oder weniger starkes Aufschütten von lockerm Sand, wodurch man jede nothwendig werdende Vergröfserung oder Verkleinerung der Fuchsöffnung leicht und schnell bewerkstelligen kann. In der Mitte des Fuchsdammes ist in der Höhe der Heerdsohle die Abstichöffnung *o*, welche mit schwerem Gestübbe verschlossen ist und nur beim Abstechen geöffnet wird.

In Fig. 58. und 59. ist ein Flammofen mit Doppelgewölbe, so wie sie allgemein in Staffordshire eingeführt sind, im senkrechten Durchschnitt und im Grundrifs dargestellt. Eine solche Construction gewährt Ersparnifs an Brennmaterial und geringern Verlust an Roheisen durch Verschlackung; allein das Doppelgewölbe erfordert einen aufserordentlich feuerbeständigen Thon und wird dennoch schnell durch die Hitze angegriffen. *a* Einsetzöffnung für das Roheisen mit Thür und Hebel, *b* eine mit feuerfesten Ziegeln zugesetzte Oeffnung, um die Schlacke vom geschmolzenen Roheisen abzuziehen. *c* Schürloch, *d* Abstichöffnung, durch einen Damm von Sand geschlossen. *e* Hauptgewölbebogen, aus besonders dazu construirten feuerfesten Ziegeln gefertigt. Gegen denselben lehnen sich die beiden Gewölbe, deren Widerlagen an den Seiten die Seitenwände des Ofens sind. Der höchste Punkt des Gewölbes *e* liegt nur 8 Zoll über dem geschmolzenen Roheisen. Der Heerd besteht aus einer 8 Zoll starken Sandschicht, die auf Eisenplatten oder Mauerwerk ruhen kann; der Rand der Feuerbrücke liegt nur 3 Zoll höher, als das geschmolzene Roheisen.

Aber auch mit Holz und Torf können die zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten Flammöfen gefeuert werden; nur müssen sie alsdann ungleich gröfsere Rostflächen erhalten. (Siehe Karsten's Eisenhüttenkunde,

III. S. 389 u. Fig. 1—5., Taf. XXVI., Beschreibung und Abbildung eines mit Holz betriebenen Flammofens, und daselbst S. 390 und Fig. 6. ders. Tafel, Beschreibung und Abbildung eines mit Torf betriebenen Flammofens auf der Giefserei zu Königsbrunn im Württembergischen.)

Wegen der Kostbarkeit der Essen hat man den Zug des Ofens auf andere Weise, nämlich mittels Gebläsen zu bewerkstelligen gesucht, die man auf zweierlei Weise anwendet. Das erste Verfahren besteht darin, den Aschenfall ganz zu schliefsen und den Wind aus dem Gebläse unter den Rost zu führen. Die Einrichtung des Flammofens bleibt dabei unverändert dieselbe, nur dafs statt der hohen eine ganz niedrige Esse angewendet wird. Jedoch sind die Versuche nicht günstig ausgefallen, man hat viel Brennmaterial gebraucht und ein etwas mattes Roheisen erlangt. — Bei dem zweiten Verfahren wendet man den gewöhnlichen Luftzug unter dem Aschenfall an, bedient sich aber statt der hohen auch einer ganz niedrigen Esse, welche man mit einem Ventilatorgebläse dergestalt in Verbindung setzt, dafs dasselbe die glühendheifse Luft ansaugt und in die Atmosphäre führt. Die Resultate dieser Methode kennt man noch nicht.

Das umzuschmelzende Roheisen mufs weder in zu dicken, noch in zu dünnen Stücken angewendet werden; am nachtheiligsten ist es aber, wenn dicke und dünne Stücke gleichzeitig umgeschmolzen werden. Dicke Massen schmelzen langsam, dünne bieten dagegen dem Luftstrome zu viel Oberfläche dar und hemmen, wenn sie dicht übereinander liegen, den Durchgang der Flamme, vermindern also die Hitzkraft des Ofens. Mufs man daher Stücke von verschiedener Stärke schmelzen, so legt man die dünnen unten und die dicken oben hin; eben deshalb das strengflüssigere graue Roheisen auch oben und das leichtflüssigere weifse unten, wenn man beide Arten gleichzeitig umzuschmelzen hat. In die Oefen mit stark geneigtem Heerde darf das Eisen weder zu dicht, noch zu sperrig übereinander gelegt werden; auch ist es besser, das unterste auf Ziegel zu legen, damit der Heerd erhitzt werden kann. Auch mufs das Eisen der Brücke möglichst nahe liegen, damit kein kaltes im Sumpfe bleibt. In Oefen mit horizontalen Heerden wird das Roheisen über den ganzen Heerd vertheilt und das Einsetzen ist daher weit leichter.

Beim Schmelzen ist das Einströmen der Luft durch das Schürloch und die Einsetzthür möglichst zu vermeiden, und das Schüren, oder Nachtragen des Brennmaterials mufs möglichst rasch geschehen und der Rost mufs stets mit glühenden Kohlen bedeckt sein, damit nicht so viel unzersetzte Luft in den Ofen tritt. Auch darf nicht zu viel Brennmaterial auf einmal auf den Rost geworfen werden. Ehe der Ofen geladen wird, mufs er weifsglühend gemacht, dann die Essenmündung geschlossen, das Eisen schnell eingesetzt und bei geschlossenem Ofen erst rothglühend gemacht werden. Dann wird

die Essenklappe ganz geöffnet, von Neuem geschürt und das Roheisen möglichst rasch niedergeschmolzen.

Das Roheisen wird aber im Flammofen nicht allein flüssig gemacht, sondern es erleidet auch, wie wir bereits weiter oben bemerkten, eine Aenderung seiner chemischen Mischungsverhältnisse. Je schneller das Roheisen schmilzt, desto weniger wird sein Kohlegehalt vermindert. Weifses Roheisen mit geringem Kohlegehalt ist wenig geeignet zum Umschmelzen im Flammofen; am leichtflüssigsten von allen Roheisenarten verhalten sich dagegen das weifse gaare und das aus leichtflüssigen Beschickungen erblasene graue, und durch schnelle Hitze wird ihr Kohlegehalt nur unbedeutend vermindert. Sie sind daher zum Umschmelzen sehr anwendbar. Durch wiederholtes Umschmelzen in einer sehr starken Hitze behält solches Roheisen zwar seine Weichheit bei, wird aber immer dichter, fester und strengflüssiger, und zu gewissen Gufswaaren ist es allen übrigen Abänderungen vorzuziehen. Sollen dieselben sehr hart sein, so mufs das gaare Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen nur einmal und in nicht zu hoher Temperatur umgeschmolzen und in den Formen plötzlich zum Erstarren gebracht werden.

Das graue Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, bei engen und hohen Zustellungen erblasen, verhält sich sehr strengflüssig im Flammofen und besitzt wegen seines Siliciumgehalts eine oft bedeutend geringere Festigkeit als die obigen Sorten.

Alle Roheisenarten gewinnen durch das Umschmelzen im Flammofen an Weichheit und zugleich an Festigkeit, wobei aber nothwendige Bedingung ist, dafs das Verhältnifs des Rostes zum Heerde, das des erstern zu der Fuchsöffnung, so wie zum Essendurchschnitt, so zu wählen ist, dafs in dem Flammofen der höchstmögliche Hitzgrad entwickelt werden kann, weshalb er auch mit einer sehr hohen Esse versehen sein mufs. Der Eisenverlust wird bei allen Roheisenarten durch das Umschmelzen in dem Flammofen um so gröfser sein, je längere Zeit das Eisen in der Weifsglühhitze bleiben mufs, ehe es, wegen Mangel an hinreichender Hitze des Ofens, flüssig wird, und je länger es in diesem Zustande der Einwirkung des Luftstroms ausgesetzt bleibt. Aus dem letztern Grunde geben auch die Flammöfen mit geneigtem Heerde, bei denen sich das geschmolzene Eisen, dem Feuerraum gegenüber, in einem Sumpfe ansammeln mufs, nicht allein Veranlassung zu einem grösseren Eisenverlust, sondern auch zur Entstehung von dem sogenannten Schaaleneisen, d. h. von halb gefrischten, halb verschlackten Eisenmassen, die nur beim Hoh- und Kupolofenbetriebe mit zugesetzt werden können.

Erfordern Gufswaaren, z. B. Geschütze, vollkommene Gleichartigkeit der Masse, so mufs entweder blos umgeschmolzenes oder noch gar nicht umgeschmolzenes Roheisen genommen werden, oder das eine oder das an-

dere mufs vorwaltend sein und das noch nicht umgeschmolzene immer auf die Heerdsohle gesetzt werden.

Die Zeit der Schmelzung ist sehr verschieden. Es sind 2, 3 bis 4 Stunden erforderlich, um 16 bis 60 Centner Roheisen niederzuschmelzen, je nach den Verhältnissen des Ofens, je nachdem derselbe noch neu oder schon öfter gebraucht ist, nach der gröfsern oder geringern Strengflüssigkeit des Roheisens und nach der Beschaffenheit der Steinkohlen.

Nach vollendeter Schmelzung wird die Essenklappe sogleich verschlossen, das Eisen abgestochen, das Schaaleneisen mit möglichster Schonung des Heerdes losgebrochen und dieser geebnet und reparirt. Schöpft man das Roheisen mit Kellen aus dem Sumpf des Flammofens, so mufs während dieser Operation die Essenklappe verschlossen oder, wenn sie lange dauert, nur zuweilen geöffnet bleiben. — Man mufs vorher das Gewicht der abzugiefsenden Stücke, nebst Eingüssen, verlorenen Köpfen etc., annähernd zu bestimmen suchen, um nicht zu viel Roheisen einzuschmelzen. — Recht vortheilhaft ist der Flammofenbetrieb nur dann, wenn er ohne bedeutende Unterbrechungen fortgehen kann.

Der Brennmaterialienverbrauch hängt von der Construction und Gröfse des Ofens, von der Beschaffenheit, besonders Schmelzbarkeit, des Roheisens und von der Beschaffenheit des Brennmaterials selbst ab, so dafs sich darüber kaum zuverlässige Bestimmungen geben lassen. 100 Pfunde (preufsische) Roheisen erfordern 1,2 bis 1,8 und vielleicht noch mehr Kubikfufs Steinkohlen, also zwischen 66 bis 100 Pfund. Sehr leichtflüssiges Roheisen wird sich, unter übrigens günstigen Umständen, vielleicht mit der Hälfte seines Gewichts an Steinkohlen umschmelzen lassen. Steinkohlen sind das eigentliche und wahre Brennmaterial für die Flammöfen, weil sie unter allen nicht allein die gröfste Brennkraft, sondern auch die gröfste Heizkraft besitzen. Sinterkohle ist die beste, Sandkohle ist auch gut, stark backende Kohle dagegen kaum anwendbar. Von trocknem oder vielmehr gedörrtem Kiefernholz werden $6\frac{1}{2}$ bis 10 rheinländ. Kubikfufs, d. h. etwa 140 bis 200 Pfund erfordert, um 100 Pfund Roheisen umzuschmelzen. Von gutem trocknen Torf sind bei demselben Roheisenquantum 15 bis 16 Kubikfufs erforderlich. Gedörrten schwarzbraunen und schwarzen Torf gebraucht man aber nur etwa $4\frac{1}{2}$ Kubikfufs oder 185 Pfund zu 100 Pfund Roheisen.

Der Eisenverlust hängt von der Beschaffenheit des Eisens uud von der Hitzkraft des Ofens ab, er ist im Sommer, bei langsamer Schmelzung, geringer als im Winter; ein grofser Theil des Verlustes wird durch Verzettelung von Eisenkörnern herbeigeführt. Er beträgt im Minimum 3, im Maximum 10 Procent. Besonders günstige Resultate in Beziehung auf Brenn-

materialienverbrauch und Eisenverlust gewähren die Oefen mit doppeltem Gewölbe (Fig. 58 und 59).

Zu grofse Flammöfen sind nicht vortheilhaft, und eine Giefserei, in der sehr grofse Stücke abgegossen werden sollen, mufs daher immer mehrere haben.

Die Anwendung der erhitzten Luft ist bei den Flammöfen auch versucht worden, indem man sie unter den Rost führte; allein obgleich aus rein theoretischen Gründen dadurch eine Ersparung an Brennmaterial veranlafst werden müfste, so scheint man dieselbe doch nicht erlangt zu haben.

Eine Benutzung der verlorenen Wärme bei den Flammöfen kann in keiner anderen Art stattfinden, als dadurch, dafs man den aus den Essenmündungen ausströmenden Gasen ihre Wärme zu entziehen sucht. Ob dadurch aber eine wirkliche Brennmaterialien-Ersparnifs erreicht wird, ist ebenfalls noch nicht entschieden.

Uebersieht man die sich auf die Construction der Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens beziehenden Verhältnisse, so ergiebt sich, dafs vorzüglich Rücksicht auf folgende Punkte zu nehmen ist:

1) Auf die Höhe und Weite der Essen, indem, je bedeutender die erste ist, um desto schneller und vortheilhafter, unter übrigens gleichen Umständen, die Schmelzung erfolgen wird. Weite Essen haben stets einen schlechteren Zug als enge.

2) Auf das Verhältnifs des Essendurchschnitts zur Gröfse der Fuchsöffnung. Dasselbe tritt nur dann wesentlich nachtheilig für die Zugkraft des Ofens hervor, wenn die aus der Fuchsöffnung strömenden erhitzten Gase plötzlich stark ausgedehnt werden.

3) Auf das Verhältnifs der Rostgröfse zum Flächeninhalt des Schmelzheerdes.

4) Auf das Verhältnifs der Rostgröfse zur Fuchsöffnung.

5) Auf die Lage des Rostes gegen die Brücke. Bei gleicher Länge der Oefen wird für stark flammendes Brennmaterial eine tiefere Lage des Rostes erforderlich sein, als für solches, welches beim Verbrennen eine schwächere Flamme giebt.

6) Auf die Höhe des Gewölbes über dem Schmelzheerde.

7) Auf die Höhe oder auf die Entfernung der obern Fläche der Brücke vom Schmelzheerd. Alles bei strengflüssiger Beschickung erblasene und zum Weifswerden nicht sehr geneigte Roheisen kann mit Vortheil auf niedrigen Heerden, bei denen die Höhe der Brücke nur 3 Zoll beträgt, umgeschmolzen werden; wogegen bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenes graues Roheisen wenigstens 6 bis 8 Zoll hohe Brücken erfordert.

Aus dem Mitgetheilten folgt der Schlufs: dafs die Tiegelgiefserei, obschon sie die geringsten Anlagekosten verursacht, im Betriebe die kostbarste ist und nur für Luxusgegenstände pafst, die Erbauung von Flammöfen kostspielig, die der Kupolöfen durch die nöthige bewegende Kraft für das Gebläse auch oft beträchtlich theuer ist. Jedoch läfst sich für letztere weit eher jede Art von Roheisen anwenden, und der Betrieb von Kupolöfen hat in allen Fällen den Vorzug vor dem Flammofenbetrieb, wenn die zu giefsenden Stücke nur so schwer sind, dafs der Kupolofen genug Eisen liefern kann, und nicht besondere Härte und Festigkeit verlangt wird, welche nur durchs Umschmelzen in Flammöfen bewirkt werden können. Endlich beschäftigen diese Oefen auch eine Giefserei weit regelmäfsiger, weil sie fast zu jeder Zeit flüssiges Eisen zum Abstich oder mittels des Schöpfheerdes liefern.

Verfahren bei der Eisen-Förmerei und Giefserei.

Man unterscheidet Förmerei und Giefserei und versteht unter ersterer die Kunst, die Formen für jeden gegebenen Fall darzustellen, und unter letzterer die Behandlung der Formen und des Metalls, welches dieselbe ausführen soll, die Prüfung der verschiedenen Arten der Anfertigung der Formen; sie beschäftigt sich mit den zur Darstellung der Formen erforderlichen Vorrichtungen, zeigt die Behandlung der Formen vor dem Abgufs, untersucht, welche Art des Roheisens für die verschiedenen Gufswaaren die beste ist, und lehrt, wie das Roheisen die verlangte Qualität durch Umschmelzen erhalten kann und in die Formen geleitet werden mufs. Die Förmerei ist daher nur ein Theil der Giefserei.

Es giebt, wie schon bemerkt, zwei Methoden, die Formen mit Eisen zu füllen; es wird entweder durch Rinnen hineingeleitet oder in Kellen oder Pfannen hineingetragen. Die letztere Methode ist jedoch nur bei leichteren Gegenständen anwendbar; bei allen schwereren wird das Eisen in Gräben, die in dem Sande der Hüttensohle gemacht worden sind, oder in gufseisernen, mit Lehm überzogenen Rinnen in die Form geleitet, die in diesem Falle tiefer stehen mufs, als der Abstich, damit das Eisen rasch hineinfliessen kann. Der Ofen mufs daher über dem Boden der Giefserei liegen oder die Form unter derselben stehen. Nun giebt es aber sehr lange Gufswaaren, die in senkrechter Stellung abgegossen werden müssen, und es würde sehr beschwerlich sein, die Stichöffnung so hoch über den Boden zu legen, dafs die Formen auf demselben stehen können, und nur in wenigen Giefsereien findet man Oefen, die in merklicher Höhe über dem Boden liegen. Man gräbt daher die Formen in denselben ein, und um diese Operation zu

erleichtern, lockert man ihn auf, oder in gröſseren Gieſsereien mauert man vor den Oefen Gruben, sogenannte Dammgruben, aus, um in dieselben die Formen einzusetzen, und belegt sie, wenn sie nicht benutzt werden, mit eisernen Platten, die man mit Sand bedeckt. In diesen Dammgruben werden die Formen entweder mit Sand und Kohlengestübbe umgeben (eingedämmt) oder auf eine andere Weise befestigt.

Die Kellen und Pfannen, von denen wir schon weiter oben redeten, müssen so viel Eisen fassen, als zur Anwendung der Formen nothwendig ist. Vor dem Gebrauch müssen sie, um eine Abkühlung des Eisens und einen Ansatz desselben zu verhindern, stark ausgewärmt werden. Kleinere bestehen aus Schmiede-, gröſsere aus Guſseisen.

Ein nothwendiges Erfordernifs in jeder Gieſserei sind Krahne, die zum Heben der Formen vor und nach dem Abguſs, so wie der gegossenen Gegenstände dienen. In groſsen Gieſsereien stellt man die Krahne so, daſs mehrere auf einen Punkt wirken können, welches zum Hineinlassen der Formen in die Dammgruben und zum Herausnehmen der oft 100 und mehrere Centner schweren Gegenstände durchaus nothwendig ist. Auch zum Heben und zum Transport von Gieſspfannen, die eine groſse Masse von flüssigem Roheisen enthalten, dienen, in Ermangelung von Schienenwegen, Krahne, indem einer dem andern die Pfanne abnimmt. — Die Krahne bestehen entweder aus Holz odes aus Eisen, und ihre Axe ist entweder oben und unten mit dem Zapfen in eisernen Pfannen befestigt, in denen sie sich bewegen, oder sie stehen frei auf dem Sohlwerk und drehen sich auf einer Spindel um ihre Axe. Beim Guſs von schweren Gegenständen und wenn nicht mehrere Krahne, die sich einander zuheben, vorhanden sind, ist es sehr zweckmäſsig, eine Vorrichtung an dem Krahn anzubringen, durch welche die mit Eisen gefüllte Pfanne oder sonstige Belastung, horizontal hin und her geschoben werden kann. Diese Vorrichtung besteht aus einer, von unten bis an den oberen Arm des Krahns reichenden eisernen Spindel, welche unten mit einer Handkurbel und oben mit einem Getriebe versehen ist. Das Getriebe oder Schneckengewinde steht mit den über dem Arm des Krahns angebrachten beweglichen Stangen in Verbindung, an welchen der Bügel für die Gieſspfanne befestigt ist. Ein Arbeiter kann eine mit 20 Centnern Eisen gefüllte Pfanne bequem in horizontaler Richtung zu dem Punkte bewegen, wo die Pfanne entleert werden soll.

Das Formen für den Eisenguſs ist in vielfacher Beziehung schwerer als für andere Metalle. Das Guſseisen bedarf zum Schmelzen einer weit höheren Temperatur als die anderen Metalle; es kommt daher weit heiſser in die Form, spült feinere Vorsprünge leichter ab, es hat eine groſse Neigung zu krystallisiren, sich dabei zu verziehen und auf die Wände der Form

zu drücken; der Wohlfeilheit der meisten Artikel wegen kann man nicht viel Zeit auf das Formen und das Ueberarbeiten der Gufsstücke verwenden, die Oberfläche des heifsen Eisens oxydulirt leicht, das Oxydul bildet mit dem Formsande eine leichtflüssige Schlacke, die schorfartig an das Eisen anbackt; endlich mufs man sehr vorsichtig in der Wahl der Form hinsichtlich ihrer Wärmeleitung sein, weil ein übrigens vollkommen gelungener Artikel völlig unbrauchbar sein kann, wenn er bei der Abkühlung zu weich oder zu hart geworden.

Das Formmaterial für Eisen wird daher sehr verschiedene Eigenschaften haben müssen, die sich nicht in einer Substanz vereinigt finden. Man mufs deshalb, je nach den Umständen, ein anderes wählen; doch werden im Allgemeinen Sand und Thon, in verschiedenen Verhältnissen gemengt, ausreichen, und nur, wo man, um eine oberflächliche Härtung hervorzubringen, sehr stark wärmeleitender Formen bedarf, wird man Gufseisen dazu nehmen. Das richtige Verhältnifs von Sand und Lehm zu finden, ist die eigentliche Kunst des Förmers. Es kommt dabei darauf an, so viel als möglich dem Formmaterial selbst die Festigkeit, deren es bedarf, ohne Formkästen zu geben, weil eben die grofse Menge der letzteren, die nur für einen oder für wenige Artikel zu gebrauchen sind, die Kostbarkeit des Inventariums herbeiführt, die oft jeden Gewinn an der Waare verhindert. Bei currenten Artikeln machen sich diese Kosten wieder bezahlt, weil sie ein weit schnelleres und genaueres Formen zulassen. Wie weit man mit der Festigkeit des Formmaterials für jeden Artikel gehen darf, richtet sich nach den Umständen.

Je mehr der Sand vorwaltet, desto rascher geht das Formen, desto schärfere Abdrücke nimmt die Masse an, desto weniger schwindet und reifst die Form beim Trocknen, desto weniger Bindung hat aber die Masse auch, und bei den am meisten sandhaltigen Formen geht diefs so weit, dafs man sie gar nicht trocknen darf, weil sie sonst wieder zusammenfallen würden. Solche feuchte Formen kann man aber nur anwenden, wenn es entweder nichts schadet, dafs das Eisen weifs abgeschreckt wird, oder wenn man sehr graues Eisen vergiefst. Diese Formmethode ohne Trocknen ist die allerrascheste und für kleinere Artikel, die in gröfserer Menge angefertigt werden, auch die vortheilhafteste. Für Gegenstände aber, die sehr haltbar sein sollen, die, weil sie einer weiteren Bearbeitung bedürfen, eine weiche Oberfläche haben müssen, und die dabei zu dick sind, um diese durch Adouciren hervorzubringen, mufs man getrocknete Formen anwenden und diese müssen sehr thonhaltig sein.

Um der Formkästen oder Laden nicht zu bedürfen, mufs der Thonüberschufs sehr bedeutend sein; denn nur dann hat die Formmasse Festig-

keit genug. Je mehr der Thon vorwaltet, desto gröfser ist die Bindungskraft, desto langsamer die Abkühlung, desto weichere Flächen bekommt daher das Gufsstück und desto haltbarer wird es; desto mehr reifst aber auch die Form beim Trocknen auf, desto mehr verlieren sich ihre Dimensionen, und desto weniger nimmt sie scharfe Eindrücke an, obwohl bei recht sorgfältiger Behandlung, die aber nur bei Schmucksachen lohnend ist, der Thon viel schärfere Abdrücke gewährt, als der feinste Sand.

Man mengt dem Formmaterial Holzkohlen- und weit besser noch Koaks-Staub bei, und obwohl die Masse dadurch weniger bindend wird und man den Thongehalt deshalb etwas vergröfsern mufs, so gewinnt man doch in so fern, dafs die Bildung des Eisenoxyduls und der schorfartigen Verbindung desselben mit der Kieselerde nicht verhindert wird und man dadurch glattere Oberflächen des Gufsstücks bekommt; auch wird die Sandform durch diesen Koaksstaub weniger wärmeleitend. Man bedient sich zu dieser Beimengung der Koaksstückchen, die unter den Rost fallen, oder besser noch grofser, vollkommen ausgebrannter Koaks, die man pulverisirt.

Das Pulver wird aufs feinste ausgesiebt und innigst mit der befeuchteten Formmasse gemengt. Man nimmt 1 Thl. Koaksstaub auf 5 bis 8 Theile Formsand und giebt bei gröfseren Gufsstücken weniger von dieser Beimengung zu, als bei kleineren.

Die Befeuchtung geschieht mit Wasser, worin Koaksstaub, Pferdemist und Pfeifenthon eingerührt werden.

Die wichtigste Anforderung an das Formmaterial ist, dafs es keine Gase beim Gusse entwickelt, oder ihnen doch Gelegenheit giebt, auf einem anderen Wege zu entweichen, als durch das flüssige Eisen, weil diefs sonst porös und voll Blasen wird. Je weniger Sand sich im Formmaterial befindet, desto leichter wird es, desto schwerer finden die Gase einen Ausgang, desto sorgfältiger mufs daher die Gasentwicklung verhütet werden. Die gewöhnlichen Ursachen dazu sind erstens und hauptsächlich die Feuchtigkeit, die selbst bei scharfem Trocknen und Glühen immer noch in den Formen zurückbleibt und sich bei der höheren Temperatur, die ihnen das flüssige Eisen mittheilt, verflüchtigt. Sie entweicht theils als Wasserdampf, theils zersetzt sie sich, wo sie mit dem heifsen Eisen in Berührung kommt, wodurch das Kohlenwasserstoffgas entsteht, das beim Anzünden an der Atmosphäre detonirt und mit der hoch-weifslichtblauen Flamme brennt, die bei jedem gröfseren Eisengusse sichtbar wird. Man mufs für ihre Verbrennung durch angezündetes Stroh, das man vor die Windpfeifen der Formen hält, sorgen, weil sonst eine gröfsere Menge sich von selbst, mit einer heftigen Detonation, entzünden und theils die Formen beschädigen, theils das flüssige Eisen umherwerfen könnte. Ferner mufs man sich, besonders bei grofsen

Formen, die nicht recht durchgebrannt werden können, keines mergelartigen Lehms, der oft kohlensäurehaltig ist, bedienen. Die in dem Thon und Lehm häufig vorhandenen organischen Stoffe, welche in höherer Temperatur ebenfalls Gase entwickeln, zerstört man durch langes Liegen an der Luft mit oft veränderter Oberfläche.

Das Formmaterial mufs ferner in der Temperatur des flüssigen Eisens unschmelzbar sein, weshalb es weder eisenschüssig noch kalkhaltig sein darf. — Die mechanische Vorbereitung des Formmaterials besteht in dem aus dem angeführten Grunde nöthig werdenden Ausbreiten des Thons an der Atmosphäre, was man gern mehrere Jahre fortsetzt, und wobei es gut ist, den Thon an trocknen Tagen häufig zu befeuchten, indem er dadurch zugleich bildsamer wird. Will man ihn nun verwenden, so wird er, wie der Sand, durch verschiedene Siebe getrieben, um so in ihrer Feinheit verschiedene Sorten zu erhalten. Den Sand brennt man gern aus, ehe man ihn zum Formen anwendet. Er darf nicht staubig, aber auch nicht zu grobkörnig sein; man sondert ihn ebenfalls durch Sieben in mehrere Klassen. Die unmittelbaren Formwände werden aus den feinsten Materialien bereitet, zum Ausfüllen der Formkästen nimmt man die gröberen.

Wir bemerkten schon weiter oben, dafs in manchen Fällen ein Trocknen oder Brennen der Lehmformen nöthig sei; letzteres sucht man so viel als thunlich durch Anwendung von möglichst magerm Lehm zu vermeiden, und in allen gut eingerichteten Giefsereien geschieht es, so wie das Trocknen, in geschlossenen, massiven, mit eisernen Thüren versehenen Räumen, den sogenannten T r o c k n e n - oder D a r r k a m m e r n, indem die ältere Methode, durch Holz oder Holzkohlen, mit einem sehr bedeutenden Brennmaterialienverlust verbunden ist. Die Trocknenkammern werden durch Holzkohlen und durch leicht brennende Koaks, die man um die Formen herumschüttet und anzündet, oder durch horizontale, gemauerte oder eiserne Wärmeleitungsröhren, die unter dem Boden in verschiedenen Richtungen fortgeführt sind und mit einem Ofen, in welchem das Feuermaterial brennt, in Verbindung stehen, erwärmt. In den Darrkammern wird eine stärkere Hitze dadurch hervorgebracht, dafs Steinkohlen etc. auf Rosten verbrannt werden, unter welche die erforderliche Luft von aufsen geführt wird. Zuweilen sind auch die Roste in der Mauer der Darrkammer angebracht und stehen unmittelbar mit der äufsern Luft in Verbindung.

Die Formen werden mittels eines Krahns auf niedrige gufseiserne Wagen gesetzt und auf Schienenwegen, die aus den Formräumen dort hinführen, in die Trocknen- oder Darrkammern geschafft. — Je niedriger die Kammern sind, desto weniger Wärme geht verloren; allein es sind alle die bis jetzt zum Darren und Trocknen angewendeten Methoden noch sehr unvoll-

kommen und veranlassen einen mehr oder weniger bedeutenden Brennmaterialaufwand. Um diesen möglichst zu vermindern, müssen so viel als nur immer thunlich, Formen gleichzeitig getrocknet werden. — Man kann die Trocknen- und Darrkammern mit Koaks- und auch mit Kupol- oder Flammöfen in Verbindung bringen und die von den letztern verloren gehende Hitze in jenen benutzen. Sehr kostbar ist das Trocknen grofser und schwerer massiver Massen, z. B. der Kerne von Cylindern oder Kesseln, indem sich dieselben theils wegen ihrer Gröfse und Schwere, theils wegen ihres geringen Zusammenhanges nicht in die Trocknen- oder Darrkammern transportiren lassen und daher auf der Stelle, auf welcher sie angefertigt, auch durch angelegtes Kohlen- oder Steinkohlenfeuer getrocknet werden müssen.

Oekonomisch sind Brennheerde mit mehreren abgesonderten Feuerstätten, und bei hohlen und sehr langen Gufswaaren, wie Geschützen, Röhren, langen Walzen etc., sind eiserne Brennheerde mit Oeffnungen sehr vortheilhaft. Auf diese werden die auszubrennenden Formen dergestalt gesetzt, dafs die Flamme der unter ihnen auf dem Rost liegenden Brennmaterialien aus den Oeffnungen durch die Formen entweicht. Es wird auf diese Weise alle Wärme am vollkommensten benutzt, und die Formen, besonders die hohlen, werden am schnellsten und vollständigsten ausgebrannt.

Beim Abgiefsen der Form oder beim Einlaufenlassen des Eisens in dieselbe darf dasselbe nicht absetzen, sondern mufs ununterbrochen so lange einströmen, bis die Form gänzlich voll ist, weil sonst, wenn das Eisen schon etwas matt geworden ist, ein unvollkommener Zusammenhang der Eisenmasse entstehen könnte. Uebrigens hat man den Eisenstrom mittels der den Kellen und Giefspfannen zu gebenden Neigung in seiner Gewalt. Die oben auf den Kellen schwimmenden Schlacken oder sonstigen Unreinigkeiten müssen durch ein Stückchen Holz oder durch eine mit Lehm beschlagene Abschlagschaufel zurückgehalten werden, damit sie nicht in die Form gerathen. Läfst man das Eisen aus den Oefen in die Form laufen, so leitet man es erst in einen Sumpf, in welchem es sich, auch bei grofsen Stücken, aus mehreren Oefen sammeln kann. Auf der einen Seite dieses Sumpfes wird eine unten mit einem Ausschnitt versehene und mit Lehm überzogene gufseiserne Platte (das **Wischeisen**) angebracht und vor das Loch eine Abschlagschaufel gestellt. — Es ist alsdann leicht, die Geschwindigkeit des in die Eingüsse laufenden Eisens zu mäfsigen; auch wird in dem Sumpfe die Oberfläche des Eisens von allen Unreinigkeiten gesäubert. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Eisen in die Form gelangt, ist nicht gleichgültig; ist sie zu gering, so erstarrt das Eisen, ehe die Form voll ist, und ist sie zu grofs, so wird die Form leicht beschädigt.

Nach den Stoffen, aus denen die Formen zum Eisengufs bereitet werden, entstehen drei Hauptabtheilungen der Giefserei oder Förmerei, nämlich: Sandgiefserei, Lehmgiefserei und Schalengufs. Der Formsand zerfällt in magern (weniger thonhaltigen) oder Sand im engern Sinne des Wortes und in fetten (mehr thonhaltigen), der entweder von Natur thonhaltig ist oder der künstlich durch Vermengung von Sand und Lehm dargestellt und der dann zum Unterschiede von dem Sand Masse genannt wird. Man unterscheidet daher eigentliche Sand- und Masseförmerei oder Massegufs. Der eigentliche oder magere Sand wird zur Verfertigung der Formen entweder nur in einer gehörig dicken Schicht vor dem Ofen, auf dem Boden der Hütte oder Giefserei, dem sogenannten Heerde, ausgebreitet oder in hölzerne oder eiserne Kästen oder Laden eingeschlossen. Man unterscheidet daher beim Sandgufs die Heerdförmerei, den Heerdgufs, und die Kasten- oder Ladenförmerei, Kastengufs. Die Förmerei mit Masse ist immer Kastenförmerei. Man erhält demnach folgende Uebersicht der Förmerei für den Eisengufs:

A. Sandgufs.
- a) Heerdförmerei.
- b) Kastenförmerei.

B. Massengufs.

C. Lehmgufs.

D. Schalengufs.

E. Kunstgufs.

A. Der Sandgufs.

Der (magere) Sand besitzt, wie schon bemerkt, so wenig bindende Kraft oder Zusammenhang, dafs man die daraus angefertigten Formen im feuchten Zustande zum Gusse anwenden mufs, weil sie beim Trocknen abbröckeln oder gar auseinanderfallen würden. In diesem Zustande wird der Sand nasser oder grüner Sand genannt. Diese Art der Förmerei ist die wohlfeilste, weil die Formen am schnellsten vollendet sind und nicht getrocknet zu werden brauchen. Man bedient sich ihrer daher am häufigsten und namentlich in allen Fällen, wo die Formen nicht zu grofs sind, um bei dem Drucke des eingeflossenen Eisens ihren Zusammenhang zu behalten; die Formen keine feinen Verzierungen oder sonstige sehr frei stehende Theile enthalten, welche leicht wegbrechen; die Gufsstücke nicht der gröfsten Weichheit bedürfen. In dem nassen Sande wird nämlich das Eisen ziemlich schnell abgekühlt (abgeschreckt), wodurch dünne Stücke durch und durch hart werden, dickere aber wenigstens auf der Oberfläche eine, die nachfolgende Bearbeitung erschwerende, harte Haut bekommen.

Die Feuchtigkeit des nassen Sandes, die sich in Wasserdampf und Wasserstoffgas verwandelt, wird theils durch die Poren des Sandes, theils durch die Fugen der aufeinanderstehenden Kästen beim Kastengufs, theils durch absichtliche Luftabzüge (Windpfeifen) entwickelt. Diese Windpfeifen bestehen darin, dafs man an verschiedenen Stellen mit Drahtstangen in den Sand sticht und dieselben wieder herauszieht, wodurch Kanäle entstehen, oder runde, etwas spitz zulaufende, mehr oder minder starke Stäbe mit eindämmt, dann wieder herauszieht und auf diese Weise die Luftabzüge bildet, oder blecherne, in der Wand durchlöcherte Röhren einschiebt.

Zur Sandförmerei ist stets ein Modell nöthig, welches die Gestalt des zu erzeugenden Gufsstücks besitzt, und wenn letzteres ein genau bestimmtes Maafs haben soll, so mufs das Modell in dem Verhältnifs länger, breiter und dicker sein, als das Eisen der Erfahrung zufolge schwindet. Man bedient sich deshalb bei der Anfertigung der Modelle nach Zeichnungen eines Schwindmaafsstabes, von dem wir schon weiter oben redeten.

Die Modelle bestehen gewöhnlich aus Holz, welches recht trocken sein mufs, damit sie nicht schwinden oder sich werfen. Zu vielfältig abzugiefsenden Stücken fertigt man Modelle von Eisen, Messing, Blei, Stein etc. an; selten sind Modelle von Gyps oder Wachs. Die Modelle sind mit grofser Sorgfalt anzufertigen, und müssen so gestaltet sein und so in den Sand gelegt werden, dafs sie sich aus demselben, in den man sie eingesenkt oder den man darüber geformt hat, leicht wieder ausheben lassen, ohne Theile desselben wegzureifsen; sie müssen ferner glatt und recht trocken sein, damit kein Sand daran hängen bleibt; metallene Modelle werden aus letzterem Grunde wohl sogar erwärmt. Oefters ist es nothwendig, zerschnittene Modelle anzuwenden, die aus zwei oder mehreren, genau zusammenpassenden Theilen bestehen. Zuweilen ist nicht das ganze Modell des Gufsstücks, sondern nur ein Theil desselben erforderlich, durch dessen wiederholte Einformung die Form für den ganzen Gegenstand hergestellt wird.

a) Der Heerdgufs

liefert einfache, vorzüglich flache Stücke, die meist nur auf einer einzigen Seite eine ganz ebene oder mit bestimmten Umrissen (Verzierungen u. dgl.) versehene Oberfläche haben müssen, wie z. B. Heerdplatten, Ofenplatten etc., manche Topfdeckel, ordinaire Gewichte, Ambosse für Hammerwerke u. s. w. Da die Modelle für diese Gegenstände in die Sandfläche eingedrückt werden, so müssen sie verjüngt, d. h. ihre Seitenfläche oder Ränder nach unten und einwärts schräg sein, um das Wiederausheben ohne Beschädigung der gemachten Vertiefung zu gestatten.

Zur Bequemlichkeit versieht man die Modelle mit einem Handgriffe. Der Sand zur Heerdförmerei darf nicht zu fein sein, sonst drückt er sich zu dicht zusammen, Feuchtigkeit und Luft entweichen unvollkommen und das Eisen giefst sich nicht scharf, nimmt auch Blasen an. Er wird scharf getrocknet und gelinde gebrannt, mit $\frac{1}{3}$ Pulver von Holzkohle, Steinkohle (Sandkohle) oder Koaks versetzt, gesiebt, angefeuchtet, mit einem Holze gut durcheinandergemengt und dann sogleich zum Formen verbraucht. Schon gebrauchter Sand kann dem frischen zugemischt werden. Der Zusatz von Kohle macht, wie schon bemerkt, den Sand poröser und vermindert seine Wärmeleitungsfähigkeit. Der Heerd wird gehörig durch Umstechen aufgelockert, mit Lineal und Setzwaage so geebnet, dafs er eine horizontale Fläche bildet, und dann $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll hoch mit dem zu bereitenden Formsande übersiebt. Auf diese lockere Sandfläche legt man das Modell, klopft es mit einem hölzernen Hammer hinein, dämmt den Sand ringsherum bis zum obersten Rande des Modells, sticht mit einem eisernen Spiefse (der Räumnadel) an einigen Stellen in horizontaler oder auch schräger Richtung unter die Form in den Sand, um Luftkanäle oder Windpfeifen zu bilden, dämmt mit der Hand den Eingufs aus, d. h. man macht eine Rinne im Sande, durch welche das Eisen in die Form laufen soll, und hebt endlich das Modell aus, worauf die Form mit glatten Streichbrettchen von Holz oder Metall, sogenannten Dämmbrettern, geglättet und nachgeputzt (ausgedämmt) wird.

Stark hervorspringende Theile der Sandmasse befestigt man durch eingesteckte hölzerne oder eiserne Nägel oder bildet sie aus Lehm, den man brennt, um auf die eine oder die andere Weise dem Wegbrechen der Theile beim Ausheben des Modells oder durch den Druck des Eisens beim Gusse vorzubeugen. Endlich wird die Form mit feinem Kohlenstaub durch einen leinenen Beutel bepudert, um das Anhängen des Sandes an den Gufs, so wie die Oxydation des letzteren zu verhindern und die abkühlende Wirkung des feuchten Sandes zu verringern. Hat die abgeformte Platte ganz ebene und glatte Flächen, so wird der Kohlenstaub mit dem Dämmbrette glatt gestrichen; hat sie dagegen Verzierungen, so mufs das Modell noch einmal in die Form gelegt werden.

Die Form ist nun zum Abgufs fertig.

Der Eingufs setzt die Form mit einer kleinen flachen Grube in Verbindung, in welche man das Eisen mit der Kelle oder Pfanne giefst und aus der es in die Form einfliefst. Es werden auf diese Weise eine beliebige Anzahl Formen neben einander auf dem Heerde angelegt. Soll durch Vorsetzen gegossen werden, so leitet man von der Abstichöffnung des Hoh- oder Umschmelzofens eine Hauptrinne in etwas geneigter Lage über den Heerd

hin und läfst von dieser die Eingüsse der einzelnen Formen ausgehen. In diesem Falle mufs dem Eisen der Weg zu den übrigen Formen durch quer über die Rinne in den Sand gesteckte eiserne, mit Lehm bestrichene Schaufeln versperrt werden, bis eine Form angefüllt ist; dann erst läfst man, indem man den Eingufs der eben voll gewordenen Form mit einer Schaufel absticht, die zweite Form sich füllen u. s. f. nach der Reihe. In grofsen Formen befördert man die Ausbreitung des Eisens durch Fortschieben desselben mit hölzernen, mit Lehm überzogenen Krücken (dem Küfs), welche auch zum Abziehen der mit in die Form gekommenen und auf dem Eisen schwimmenden Unreinigkeiten dienen. Nach dem Gusse werden die noch glühenden Stücke mit Kohlenstaub beworfen, um Oxydation und zu schnelle Abkühlung zu vermeiden; grofse dünne Platten auch noch durch darauf gestellte Gewichte beschwert, um das Verziehen bei der Abkühlung zu verhindern.

Die bei der Heerdförmerei vorkommenden Hauptfälle lassen sich auf folgende Beispiele zurückführen.

1. Eine einfache Platte, welche nur auf einer Seite ganz glatt oder mit Verzierungen versehen sein soll. Das Modell wird, die glatte oder verzierte Seite nach unten, in den Sand eingedrückt. Die obere Fläche des Gusses fällt hierbei, weil die Form ganz offen ist, uneben aus.

2. Eine Ofenplatte, welche auf der einen Seite Verzierungen, auf der andern Seite an zweien ihrer Ränder Falze besitzt. Man formt die verzierte Seite nach unten ein und bildet die Falze auf der obern Fläche durch Einlegen zweier mit Lehm bestrichener Eisenstäbe (Leisteisen), welche so in den Sand versenkt werden, dafs das Eisen unter und neben ihnen herumfliefst.

3. Eine Platte mit einer einzigen grofsen viereckigen Oeffnung (ein rahmenartiges Stück). Das Modell kann eine massive Platte (ohne Oeffnung) sein; nach dem Ausheben desselben wird durch vier hölzerne Leisten in der Vertiefung der Form ein Raum abgegrenzt, den man mit Sand vollstampft. Nach dem Wegnehmen der Leisten bildet dieser Sandkörper eine Erhöhung (einen Kern), um welche das Eisen herumfliefst. Zur Bildung einer runden Oeffnung gebraucht man einen so ausgeschnittenen Kranz. — Ueberhaupt mufs hier bemerkt werden, dafs ein geschickter Heerdförmer manches Modell ersparen kann. Zum Einformen grofser Platten reicht er z. B. mit einem blofsen Stabe aus, der nur die vorgeschriebene Länge und Breite hat. Um ein Rad einzuformen, gebraucht er nur das Modell von einem Arme und einem Stücke des Kranzes, welche er zur Anfertigung aller Arme und des ganzen Kranzes benutzt.

4. Eine Platte mit mehreren, nicht zu kleinen Oeffnungen, ein Ofenrost oder dergleichen. Das Modell enthält die nämlichen Oeffnungen, jedoch mit schrägen Wandflächen, um das Ausheben zu erleichtern; die Kerne bilden sich also durch das Einformen selbst unmittelbar. Ein Ofenrost wird natürlich stets so eingeformt, daſs die schmalen Flächen seines Kranzes und seiner Stäbe nach unten zugekehrt sind.

5. Eine Platte mit kleinen Löchern. Das Modell hat die Löcher nicht. An den Stellen der Form, wo die Löcher entstehen sollen, setzt man Kerne von gebranntem Lehm in den Sand ein, weil Sandkerne von geringem Umfange dem Drucke des Eisens nicht widerstehen würden. Auf ähnliche Weise formt man groſse Zahnräder, deren Kranz zuerst glatt eingeformt wird, worauf man Kerne von fettem Sand herumsetzt, um die Zwischenräume der Zähne zu bilden. Diese Kerne werden, damit sie ganz gleich und regelmäſsig an Gestalt ausfallen, in einer hölzernen, zinnenen und messingenen Form, dem sogenannten Kernkasten, verfertigt. Wir kommen auf die Anfertigung der Kerne zurück.

6. Eine Platte, welche auch auf der obern Seite ganz glatt oder verziert sein soll. Man bedeckt die durch das Einformen des Modells entstandene Vertiefung mit einer guſseisernen, mit Lehm bestrichenen und mit Kohlenstaub geschwärzten Platte, welche entweder glatt oder mit den gewünschten (vertieften) Verzierungen versehen ist, so daſs dem Eisen hier eine bestimmte Grenze entgegengesetzt wird.

Man nennt dieſs Verfahren den verdeckten Heerdguſs, und durch zweckmäſsige Anwendung desselben kann manches Stück leichter und billiger dargestellt werden, welches sonst nur in der Lade geformt wird. Bei sehr groſsen Formen bildet man das Verdeck aus mehreren, genau zusammenpassenden Eisenplatten. Auch bei dem zuvor erwähnten Einformen der Räder auf dem Heerde ist ein Verdeck nothwendig.

7. Ein ordinäres Gewichtstück. Die Höhlung im Boden des Gewichts, in welche zum Behufe des Justirens Blei eingegossen wird, macht hier ein eigenthümliches Verfahren nöthig. Das Modell bedarf dieser Höhlung nicht, sondern hat vielmehr an deren Stelle einen Stiel zum bequemen Anfassen und wird umgestürzt, mit dem schmälern Ende nach unten, eingeformt. Dann steckt man das schmiedeeiserne Oehr auf dem Boden der Vertiefung so in den Sand, daſs die Enden oder Schenkel desselben hervorragen, um von Eisen umflossen und in das Gewichtstück eingegossen zu werden. Die schon erwähnte Höhlung wird durch einen Kern von gebranntem Lehm hervorgebracht, den man frei schwebend in die Oeffnung der Form einbringt. Ist die Pfundezahl oben auf dem Gewichtstück neben dem Oehre anzubringen, so befindet sie sich auf dem Modelle; soll sie auf der

Seite stehen, so wird sie nach dem Ausheben des Modelles mit einem Plättchen, auf welchem die Ziffer erhaben steht, in den Sand eingedrückt. Der Boden der Gewichte fällt beim Giefsen auf dem Heerde, da die Form offen ist, uneben aus, weshalb man bessere Gewichte im Kasten giefst.

8. Gufsstücke, welche an einer Stelle ihrer Oberfläche sehr grofse Härte erfordern, wie Ambosse und Hämmer für Hammerwerke, Schuhe für Pochstempel. Man formt das Modell wie gewöhnlich ein, legt aber auf den Boden der Form oder stellt an eine der Seitenwände eine eiserne, mit Reifsblei oder Kohlenstaub geschwärzte Platte, an welcher sich das eingegossene Eisen so schnell abkühlt, dafs es an dieser Stelle grofse Härte erlangt. Auch versetzt man bei solchen Stücken den Formsand gar nicht oder nur wenig mit Kohlenstaub, um seine wärmeleitende Kraft zu erhöhen. Endlich zieht man sogleich nach dem Erstarren des Gusses die Eisenplatte heraus und räumt den Sand weg, um der Luft zur vollständigen Abkühlung Zeit zu gestatten.

b) Der Kasten- oder Ladengufs

dient zu Gegenständen, welche auf allen Seiten eine bestimmte (nicht unregelmäfsige oder unsichere) Begrenzung haben müssen; er ist unentbehrlich für kleine Gegenstände, wird aber auch sehr oft auf grofse Stücke angewendet. Massive, sowohl runde als flache, und hohle Güsse, z. B. Gefäfse, Röhren, Kanonenöfen etc., werden auf diese Weise dargestellt. Die Kästen oder Laden, in welchen der Formsand eingeschlossen ist, sind offene, viereckige, hölzerne, besser und dauerhafter aber gufseiserne Rahmen, von einer nach den Umständen sehr verschiedenen Höhe, deren zwei oder drei auf einander gesetzt werden. Bei manchen Laden ist die mittlere Abtheilung von dreien durch einen senkrechten Schnitt wieder in zwei Hälften getheilt, die durch Haken und Ringe vereinigt werden. Die Wände der Kästen werden, wenn sie von Holz sind, inwendig mit Leisten benagelt, um den Sand fester zu halten; eiserne Kästen versieht man zu gleichem Behufe mit vorspringenden Zacken. Sehr breite Kästen versieht man mit eingehängten eisernen Leisten (Hängeeisen), welche mit dem Sande umgeben werden, und ihn auch in der Mitte festhalten. Der Formsand wird bei dieser Kastenförmerei nicht mit Kohlenstaub versetzt, weil dieser die bindende Kraft vermindert und weil man des Abzugs der Dämpfe und Gase durch die Fugen der Kästen und durch eigends angebrachte Windpfeifen sicher genug ist, daher die beim Zusatze des Kohlenstaubs beabsichtigte gröfsere Porosität des Sandes entbehrlich wird.

Kleine Kästen werden mit der Kelle oder der Pfanne gegossen; grössere setzt man vor einen Ofen und läfst das Eisen durch eine Rinne vom

Stichloche aus hineinlaufen. Die Gröfse der Formkästen ist jener der Modelle angemessen; es reicht hin, wenn die Sandhülle um die Form dort, wo jene am dünnsten ist, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Stärke hat. Wo sich die Sandflächen zweier auf oder an einander stehenden Kästen berühren, wird durch zwischengestreueten trockenen Sand das Zusammenkleben verhindert, damit sich die Kästen ohne Beschädigung des Formsandes von einander abheben lassen. Der Sand wird in die Kästen mit einem hölzernen und bei gröfseren Gegenständen mit einem eisernen Stampfer, die den Stöfsern zu Mörsern ähnlich sind, eingestampft, doch in den obersten Kasten etwas weniger fest, um die Entweichung der Dämpfe zu erleichtern. Zu gleichem Zweck bildet man Windpfeifen, indem man mit einem eisernen Spiefse durch den Sand bis in die Nähe der Formhöhlung sticht, oder indem man auf dem Modell ein rundes, unten spitz zulaufendes Holzstäbchen setzt, rings um dasselbe den Sand feststampft und es dann herauszieht.

Der Eingufs oder das Giefsloch mufs höher liegen, als der höchste Punkt der von dem Eisen auszufüllenden Höhlung; man bildet ihn, wie die Windpfeifen, durch einen eingelegten hölzernen, conischen oder keilförmigen Zapfen, rings um welchem man den Sand feststampft, und den man dann herauszieht, oder durch Ausschneiden des Sandes mit dem Messer oder mit einem blechernen Löffel. Von mehreren kleinen Gufsstücken, die man öfters neben einander in einen Kasten formt, versieht man selten jedes mit einem besondern Eingufs, sondern man bringt gewöhnlich die einzelnen, auf einander folgenden Höhlungen durch kurze Rinnen mit einander in Verbindung, so dafs eine aus der andern sich füllt und nur die erste mit dem Giefsloche unmittelbar zusammenhängt; oder man legt von dem Eingusse aus eine Hauptrinne an, welche sich nach den einzelnen Höhlungen verzweigt.

Vor dem Abgiefsen werden die Formen dünn mit Kohlenstaub bepudert oder geschwärzt, wie wir bei den einzelnen Beispielen näher zeigen werden.

Auf den obern Kasten stellt man oft Gewichte, damit er nicht vom flüssigen Eisen gehoben werde, oder man zwängt beide Ladentheile mittels Schrauben zusammen, oder die verschiedenen Theile werden, wie schon bemerkt, durch Haken und Ringe, oder Haken und Stifte, oder durch Ueberwürfe verbunden, oder bei grofsen Laden sind die in die Löcher des andern Theils passenden Stifte mit einem Schlitz versehen, um eiserne Splette durchstecken und die Kasten fest an einander keilen zu können.

Die in Laden zu formenden Gegenstände sind entweder massiv oder hohl und weichen noch ferner in manchen Umständen von einander ab, wodurch die Methode des Einformens verschiedentlich modificirt wird. Wir führen von der Menge der sehr verschiedenartigen Beispiele die folgenden charakteristischen an.

Massive Gegenstände.

1. Solche, die auf einer Seite ganz flach oder wenig vertieft sind. Die dazu erforderliche Lade ist zweitheilig. Man legt das Modell mit der flachen oder vertieften Seite auf ein Form- oder Modellbrett; setzt die eine Hälfte des Kastens, den Unterkasten, darüber, füllt ihn mit Sand, den man, wie bemerkt, mäfsig feststampft, mit einem Holz mit den Kanten des Kastens gerade abstreicht und trocknen Sand darüber streut. Darauf legt man auf den Kasten ein zweites Brett, kehrt ihn mittels beider Bretter, die man mit den Händen fafst, um, so dafs die untere Seite oben zu liegen kommt, nimmt das Brett ab, setzt die obere Hälfte der Lade, den Oberkasten, auf, und stampft sie ebenfalls voll Sand und fest genug, dafs er beim Aufheben nicht herausfällt, indem man das Modell für den Eingufs und für die Windpfeifen an geeigneten Stellen auf oder neben das Modell aufsetzt, bei massiven Gegenständen aber gewöhnlich ersteres neben dasselbe. Darauf wird die obere Fläche des Sandes ebenfalls geebnet, die Hölzchen für Eingufs und Windpfeife werden herausgenommen, nachdem deren Oeffnung für jenen oben beckenförmig erweitert worden ist, wodurch das Abgiefsen erleichtert wird, und der obere Theil der Lade wird von dem unteren abgehoben und neben dem andern hingestellt, oder auf das Formbrett gelegt, welches auf der einen langen Seite mit einer Leiste versehen ist, damit die Lade darauf nicht verrückt werden kann, indem deren eine Seite dicht an jene gelegt wird. Das Modell ist gänzlich in den Unterkasten versenkt und von dem Oberkasten nur bedeckt. Es mufs nun aus dem Sande des untern Ladentheils herausgehoben werden. Ehe diefs aber geschieht, werden von der Stelle, wo der Eingufs den Unterkasten trifft, eine oder mehrere Rinnen mit einem Löffel nach der Form zu, möglichst flach, damit sich der ausgegossene Abgufs von dem fertigen Abgufs leicht abschlagen läfst, ausgeschnitten; die obere Sandfläche des Oberkastens wird mit einer Bürste abgefegt und die Ränder des Modelles werden mittels eines Pinsels mit Wasser befeuchtet, um dem Sande mehr Consistenz zu geben. Das Ausheben selbst geschieht mittels eines oder mehrerer Griffe von Eisen, welche hineingeschroben werden. Man erleichtert das Herausnehmen dadurch, dafs man mit leisen Schlägen auf das Modell und gegen den Griff schlägt. Nachdem das Modell herausgehoben worden ist, wird die Form ausgeputzt, mittels eines Beutels von feiner Leinewand, in welchem Kohlenstaub befindlich, gestäubt, nochmals geputzt oder geglättet und dann der Oberkasten auf den Unterkasten gesetzt, worauf die Form zum Abgufs fertig ist. Auf den Oberkasten werden sogenannte Beschwerer, d. h. flache gufseiserne Gewichte, gelegt, damit ihn das flüssige Eisen nicht zu heben vermag.

2. **Gegenstände, welche auf keiner Seite flach sind**, z. B. eine Kugel, massive Cylinder oder Walzen, Gewichtstücke u. dgl. m. Das Modell ist in der Mitte der Länge nach zerschnitten, also zweitheilig, der Kasten, wie vorher, ebenfalls zweitheilig. Man legt die Hälfte des Modelles mit der Schnittfläche auf das Formbrett, formt es auf dieselbe Weise, wie bei 1 angegeben, ein, kehrt den Unterkasten um, so daſs dessen und der Form obere Seite oben hin kommt, legt auf die eingeformte Hälfte des Modells die andere Hälfte genau passend auf (wobei durch Stifte das Verschieben verhindert wird), setzt den Oberkasten auf den Unterkasten und füllt jenen gleichfalls mit Sand. Hier ist also das Modell in jedem Kasten zur Hälfte versenkt. Beim Abheben des Oberkastens bleibt die obere Hälfte des Modelles auf der untern Hälfte liegen. Das übrige Verfahren ist wie bei dem vorhergehenden Beispiel.

3. **Durchbrochene Stücke**, z. B. **Gitterwerk** u. dergl., werden, *a.* wenn sie dick sind, mit einem zweitheiligen Modelle, wie 2., geformt, nur daſs in den Oeffnungen des Modelles von selbst Sandkerne stehen bleiben. Ein Beispiel von einer solchen Form giebt ein durchbrochener Balancier.

b. Sind die Gegenstände dünn, so kann das Modell unzerschnitten sein, und dieſs ist bei Gitterwerken, die ein sehr bedeutender Gegenstand der Gieſserei sind, gewöhnlich der Fall. Man füllt in diesem Falle den Unterkasten mit Sand, drückt das Modell bis zur halben Dicke oder überhaupt bis zum gröſsten Durchmesser ein und formt über die noch herausragende Hälfte den Oberkasten. Dieſs ist besonders dann der Fall, wenn die Gitter auf beiden Seiten verziert sind; einfachere drückt man auch ganz in den Unterkasten, so daſs die obere Seite des Modelles mit den Rändern von jenem gleich liegt. Ein Verfahren wie das frühere, nämlich das Modell auf ein Brett zu legen, den Unterkasten darüber zu setzen und dann denselben mit Sand zu füllen, würde nur mit Schwierigkeiten zu bewerkstelligen sein, da die Gitter meistens groſs sind, und das Umkehren der Lade auch mittelst eines Krahns zeitraubend und oft unmöglich sein würde, wollte man nicht das Herausfallen des Sandes riskiren. Der Oberkasten ist mit Hangeleisten versehen, deren untere Kante kaum 1 Zoll von dem Modell entfernt ist; er wird mittels des Krahns entweder gänzlich abgehoben, oder er ist (bei sehr groſsen Laden) an dem Unterkasten um Charniere beweglich, und wird dann nur auf der einen Seite in die Höhe gehoben und nach geschehener Herausnahme des Modelles und Vollendung der Form wieder niedergelassen. Die Lade steht in diesem Falle auf dem Heerde der Gieſserei und nicht weit von einem Schmelzofen entfernt, um ihr das Eisen bequem zuleiten zu können.

4. Ein anderes Beispiel von einem durchbrochenen Guſsstück giebt ein **Zahnrad**. Das Modell ist im Ganzen gearbeitet, und wird entweder wie 3,

in jeden Formkasten versenkt (zur Hälfte), wo dann die Fuge der Giefsform und also auch die durch Austreten des Eisens entstehende Gufsnath mitten über die Zähne läuft; oder, und diefs ist besser, man senkt das Modell ganz und gar in den Unterkasten ein und läfst den Sand des Oberkastens nur als Decke dienen. Conische Räder müssen durchaus auf diese Weise geformt werden, welche überhaupt die beste ist.

Das Modell des etwa achtarmigen und mit Verstärkungsrippen versehenen Rades wird sodann mit Sand angefüllt und festgestampft. Darauf wird auf die Lade ein zweites Brett gelegt und dieselbe durch zwei Förmer umgekehrt, weshalb jene mit Handhaben versehen ist; der Unterkasten und das Modell werden dann herumgedreht. Der Förmer nimmt alsdann mit einer kleinen Kelle allen Sand aus den Räumen zwischen jedem Arm heraus, bis dafs die Oberfläche mit der obern Kante der Verstärkungsrippen gleich ist, und in jeden von den Räumen wird alsdann ein Stückchen Blech, welches genau deren Form hat, oben mit einer kleinen eisernen Stange und unten mit zwei Spitzen versehen ist, eingelassen, indem diese in den Sand zwischen den Armen treten, so dafs die Kanten die obere Kante der Randarme berühren. Die Räume über den Blechen werden alsdann mit Sand ausgefüllt, der mit dem übrigen in dem Unterkasten gleich festgestampft wird. Darauf bestreut man die ganze Fläche mit trocknem Sande, setzt den Oberkasten auf und stampft denselben ebenfalls voll Sand, indem man einen oder mehrere (bei grofsen Rädern) Eingüsse und Windpfeifen anbringt. In den Oberkasten sind, um den Sand besser zu halten, auf beiden Seiten rauh gegossene Hängeeisen eingelassen. Man hebt nun den Oberkasten ab, nimmt die Bleche mit dem auf denselben befindlichen Sande mittels der Stangen heraus und befeuchtet den Sand an allen Kanten des Modells. Die mit Schwalbenschwänzen in den Radkranz eingelassenen Zähne werden, mit Hülfe einer Schraube, einzeln herausgenommen, es wird dann das ganze Rad aus der Form gehoben, dieselbe wird geputzt, geschwärzt und die Bleche werden in ihre frühere Lage zurückgebracht, welche durch die Spitzen in dem Sande genau angegeben ist. Die Oeffnung in der Mitte des Rades, welche zur Aufnahme der Welle dient, ist an dem Modell durch einen vorspringenden Theil, durch eine sogenannte Kernmarke, angedeutet. Von derselben erhält die Form eine Vertiefung, welche zur Aufnahme des Kerns dient. Derselbe ist in einem Kernkasten, der im Innern genau die Form des Kerns hat und auseinander genommen werden kann, aus Masse angefertigt und gehörig getrocknet; er reicht bis zum Oberkasten und bringt beim Abgufs die erforderliche Offnung hervor. Nachdem der Kern in die Form eingesetzt worden ist, wird der Oberkasten auf den Unterkasten gesetzt und auf jenen werden Gewichte, oder besser, flache Stücken Gufseisen, die sich leicht handhaben lassen, gelegt, da-

mit er sich beim Abgufs nicht hebt. Dafs man übrigens auch bei der Kastenförmerei die Zähne mit einem Modell ohne Zähne, durch Einsetzen von getrockneten Massenkernen, hervorbringen könne, wie bei der Heerdförmerei, welchen Fall wir weiter oben betrachteten, versteht sich von selbst, jedoch nur in der Voraussetzung, dafs die Zähne nicht zu klein seien.

Hohle Gegenstände.

5. Eine Röhre, als Beispiel eines Stücks, bei welchem die Höhlung ganz durchgeht und also zwei Mündungen darbietet. — Jeder hohle Gegenstand erfordert einen Bestandtheil der Form von gleicher Gestalt und Gröfse mit der Höhlung. Dieser Theil heifst der Kern und spart die Höhlung in dem Gusse aus. — Sehr oft kann der Kern nur zerstückt aus dem gegossenen Stück herausgebracht werden.

Für Röhren insbesondere ist das zinnerne oder eiserne Modell oder der Kernkasten eine in ihrer Axe durchschnittene Röhre, in welcher man aus hineingestampftem, fettem Sande den Kern bildet, so dafs derselbe an beiden Enden etwas hervorragt. Modell und Kern zusammen formt man in einen zweitheiligen Kasten (in jeden Kasten zur Hälfte) ein; das Modell wird dann beseitigt, der Kern aber scharf getrocknet und wieder in die Form gebracht, wo er mit beiden Enden in dem Sande aufliegt und nur den röhrenförmigen Raum rund um sich leer läfst, den vorher das Modell eingenommen hat.

Nach einer andern Verfahrungsart ist das Modell ein massiver, in der Axe zerschnittener, also zweitheiliger Cylinder von den äufsern Dimensionen der zu erzeugenden Röhren, und wird in einer zweitheiligen Lade, nach der unter 2 angegebenen Anweisung, eingeformt. Den Kern bildet man (als einen Cylinder von dem innern Durchmesser der Röhre, aber etwas länger als diese) in diesem Falle entweder aus einer durchlöcherten, eisenblechenen, mit Lehm umkleideten Röhre, oder aus einer Eisenstange, die mit Strohseilen gleichmäfsig bewickelt und mit Lehm überzogen wird, wie wir bei der Lehmförmerei näher sehen werden. — Die Röhrenformen werden zum Gusse unter 45° geneigt aufgestellt und vom obern Ende her vollgegossen.

6. Ein Topf. — Hohle Gegenstände, deren Höhlung nur eine einzige Mündung hat, also eine Unterstützung des Kerns an zwei Punkten nicht gestattet, müssen, wenn sie von einiger Gröfse sind, stehend gegossen werden, weil liegend der Kern durch sein Gewicht sich senken oder brechen würde. Ist die Masse des Kerns grofs und sein Fufs breit, um ihn zu tragen, so formt man umgestürzt, d. h. die Mündung des Modells nach unten, und befestigt nöthigenfalls den Kern durch in denselben gesteckte Eisenstäbchen; kleinere Kerne dagegen, an welchen die Enge der Oeffnung im Gufsstück nur einen schwachen Hals zur Verbindung mit der übrigen Form gestattet,

werden hängend angebracht. Beispiele der ersten Art sind alle Töpfe, Pfannen, Kessel u. s. w.; der zweite Fall kommt bei hohlen Kugeln (Granaten, Bomben) vor. Der Eingufs befindet sich bei Gefäfsen gewöhnlich oben, mitten über dem Boden. Fürchtet man jedoch, dafs das hier einstürzende Eisen den Kern beschädigen oder verrücken könnte, so läfst man aufserhalb der Formhöhlung durch den Sand einen röhrenförmigen Kanal hinabgehen, der sich unten in der Form mündet. Das Eisen steigt dann im Innern der Form von unten auf und schont nicht nur den Kern, sondern treibt auch die Luft vollständig vor sich her nach einem Paar Windpfeifen, die man oben angebracht hat. Man nennt diese Methode das Giefsen mit dem Steigrohr.

Die Topfgiefserei (Potterie) hat wieder mit Gefäfsen von wesentlich verschiedener Art zu thun, worüber hier charakterisirende Beispiele aufgestellt werden sollen. Der einfachste Fall, den wir zunächst betrachten, besteht darin, dafs das Gefäfs sowohl innen als aufsen gegen den Boden hin sich verjüngt, d. h. in der Tiefe nirgend weder einen innern noch einen äufsern Durchmesser hat, der gröfser wäre als der innere oder äufsere Durchmesser an der Mündung. Für diesen Fall, der in Fig. 60., Taf. VI., bildlich dargestellt worden ist, ist ein zweitheiliger Kasten und ein aus dem Ganzen gearbeitetes Modell genügend. Der Unterkasten *a* dient nur zur Stütze des Kerns und bedarf daher keiner grofsen Höhe; der Oberkasten aber mufs höher sein als das Modell. Man fängt damit an, dafs man das, in der Figur durch punktirte Linien angedeutete Modell *c*, innerhalb des Oberkastens umgestürzt, auf eine platte Fläche setzt, den Kasten mit Sand vollstampft, also das Modell äufserlich ganz einhüllt und zugleich die Oeffnung zum Eingiefsen mitten über dem Boden des Modelles anbringt. Dann wird der Oberkasten umgekehrt, der Unterkasten *a* aufgesetzt und sowohl dieser als die Höhlung des Modells (um den Kern zu bilden) mit Sand vollgestopft. In den Kern wird, fast bis zu dessen Oberfläche, mittels eines hölzernen, etwas conischen Stabes, eine Windpfeife eingestofsen, deren untere Oeffnung mit einem Loche des Modellbrettes, auf dem die Lade steht, communicirt. — Sollen Henkel an den Topf gegossen werden, so formt man diese über hölzerne Modelle in Lehm, brennt diese zweitheiligen Formen, setzt sie beim Einformen auf der gehörigen Stelle an das Modell und umgiebt sie ganz mit Sand. Besser und leichter ist es jedoch, den Henkeln eine so einfache Form zu geben, dafs sie nach einem mehrtheiligen hölzernen, durch Stifte verbundenen Modelle in den Sand eingeformt und nach dem Abheben des Oberkastens von dem Topfmodelle und von dem Unterkasten, durch das Innere des Topfes, von beiden Seiten herausgezogen werden. — Beine an dem Topfe werden dadurch geformt, dafs man auf dem Boden des Topfmodelles, wenn man mit dem Einstampfen des Sandes bis dahin gelangt

ist, die Beinmodelle aufsetzt und sie mit dem Sande, der ferner noch aufgegeben wird, umhüllt. — Gröfsere Gefäfse, z. B. Kessel u. dergl., formt man ohne Unterkasten, indem man den Oberkasten, der hier der einzige ist, auf eine geebnete Lehmsohle stellt. Der Boden des Modells ist ausgeschnitten, oder mit einem wieder verschliefsbaren Loch versehen, durch welches man den Sand zur Bildung des Kerns von oben einstampft.

7. Ein Gefäfs, welches in der Höhlung nach dem Boden zu sich verjüngt, äufserlich aber seinen kleinsten Durchmesser nicht am Boden, sondern an irgend einer Stelle zwischen Boden und Mündung hat, z. B. ein Mörser mit einem Gesimse am Fufs. — Das Modell ist zweitheilig, nämlich rechtwinklig gegen die Axe an jener Stelle zerschnitten, welche den kleinsten äufsern Durchmesser hat, und dadurch in einen Hauptkörper und ein Bodenstück getrennt. Auf dem Sande des Unterkastens ruht der Kern; der Oberkasten enthält in der Mitte das Giefsloch und nöthigenfalls eine Windpfeife. In dem Mittelkasten befindet sich, nach Vollendung eines Einformens, das Modell ganz eingeschlossen, von welchem sich der Hauptkörper nach unten, das Bodenstück nach oben herausziehen läfst. Das Einformen wird wie oben verrichtet; nur dafs man, nach Anfüllen des zweiten oder mittlern Kastens, noch den Oberkasten aufsetzen und mit Sand vollstampfen mufs, und dafs ferner der Kern bequemer, ohne Umkehrung des Mittelkastens, durch Ausstopfung des Modells von oben, nachdem man das Bodenstück abgenommen, gebildet wird.

8. Töpfe, Wasserblasen etc., die entweder nach der Mündung zu nicht gleichförmig weiter werden, oder Bauchtöpfe, die sowohl innerlich als äufserlich in der Tiefe weiter als in der Oeffnung sind. *a.* Im erstern Falle, den wir mit Hülfe von Fig. 61. betrachten, ist das, am zweckmäfsigsten aus getriebenem Messing bestehende, Modell zweitheilig; denn nicht immer ist, wie in der Figur, die Oeffnung weiter, sondern häufig ist sie auch enger als der Boden, welcher aber immer flach ist; das Henkelmodell besteht aus zwei Stücken; das Topfmodell ist in der Richtung der Axe in zwei symmetrische Hälften zerschnitten. *b.* Im zweiten Falle, den wir mit Hülfe von Fig. 62. verdeutlichen, ist das Modell dreitheilig und zerfällt zunächst in ein Bodenstück und in einen Hauptkörper. Der Schnitt, welcher beide trennt, ist an der Stelle des gröfsten Durchmessers, oder auch näher gegen den Boden hin, rechtwinklig auf die Axe gelegt; der Hauptkörper selbst ist durch einen zweiten Schnitt, in der Richtung der Axe selbst, in zwei gleiche symmetrische Hälften getheilt. Die Kästen sind in beiden Fällen viertheilig; jeder besteht aus einem Unterkasten, der den Kern trägt, aus einem Oberkasten, der bei *a* blos Eingufs und Windpfeife, bei *b* aber das Bodenstück des Modelles enthält, und aus einem Mittelstück, bei *a* genau so hoch wie

der ganze Topf, bei *b* aber nur so hoch, wie der Hauptkörper des Modelles (ohne das Bodenstück), und durch einen senkrechten Schnitt in seiner Mitte getheilt, so dafs eine rechte und linke Hälfte entsteht. Bei *a* ist die Lade viereckig und der Eingufs keilförmig, bei *b* ist die Lade rund und der Eingufs kegelförmig. Das Verfahren beim Einformen dieser Modelle ist das folgende: Der Förmer nimmt beide Stücke des Topfmodells, setzt sie, die Oeffnung unten, auf ein scheibenförmiges, an seiner Peripherie mit einem Falz versehenes Brett, welches genau die Weite der Oeffnung hat, und setzt darüber das Mittelstück der Lade *a*, Fig. 62., dessen beide Hälften durch Haken und Ringe verbunden werden können und die inwendig, da wo sie zusammentreten, bis an das Modell reichende Zungen von Eisen- oder Kupferblech haben, mit gleichem Ausschnitt wie die äufsere Form des Topfes, und ihr Zweck ist, den Sand zu halten und das Auseinandernehmen beider Hälften des Mittelkastens zu erleichtern. Allein es mufs alsdann für jede Form und Gröfse von Töpfen eine eigene Lade vorhanden sein, weshalb man die Zungen auch wohl wegläfst und jede Hälfte mit Hülfe zweier Modellbretter, eines liegenden und eines an der offenen Seite des Kastens stehenden, einformt und die Oberfläche mit trocknem Sande bestreut. Bei gröfsern Töpfen halten nur solche Laden den Sand nicht. Nachdem das Einformen des Mittelkastens vollendet ist, wird der Oberkasten *b* auf denselben gesetzt und ebenfalls mittels Haken und Ringen mit jenem verbunden. Auch dieser Kasten wird voll Sand gestampft und auf dem Boden des Topfes, der in ihm vorhanden ist, werden Modelle zu den Füfsen, zu dem Eingusse und zu einer Windpfeife angebracht. Ist das Einformen des Oberkastens auch vollendet, so wird ein Modellbrett darauf gelegt und *b* und *a* werden umgekehrt, so dafs *a* oben hin zu liegen kommt. Von der Oeffnung des Topfmodelles wird das scheibenförmige Brett weggenommen, das Innere des Modelles mit Sand ausgefüllt, festgestampft und durch ein cylindrisches Stück Holz eine Windpfeife darin gelassen; auch werden mittels eines Spiefses noch mehrere Löcher hineingestochen. Dann wird das Untertheil *c* der Lade aufgesetzt, an den Mitteltheil durch Haken befestigt und der Unterkasten bis auf die Luftröhre auch vollgestampft, dann das Modell zu der letztern herausgezogen, ein Modellbrett mit einem auf die Luftröhre passenden Loche darauf gelegt und die ganze Lade wieder umgekehrt, so dafs sie in die, in den Fig. 60. und 62. angegebene Stellung kommt. Man macht nun an dem Oberkasten die Haken aus den Ringen los, hebt ihn mittels der Griffe ab, löst dann sämmtliche Haken an den Mittel- und Unterkästen, zieht die beiden Theile von jenem auseinander, worauf das Modell von allen Seiten frei dasteht und die beiden Hälften desselben von dem Sandkern abgezogen werden können. Die Fufsmodelle werden aus dem Oberkasten herausgezogen, welches mittels

eines Drahthäkchens geschieht, mit dem man in Oehsen greift, die in ihnen versenkt vorhanden sind. Die Form wird nun geputzt, wozu verschiedenartig gebildete metallene Löffel angewendet werden, darauf mit Kohlenpulver bestäubt (in England vorher mit Bohnenmehl) und zuletzt noch einmal geputzt oder polirt, wozu grofse Geschicklichkeit gehört, wenn die Töpfe recht glatte Oberflächen erhalten sollen. Die verschiedenen Theile der Lade werden wieder sorgfältig zusammengestellt, mit den Haken aneinander befestigt, worauf das Modell zum Abgufs fertig ist.

Es giebt freilich noch sehr viel andere und namentlich schwierigere Beispiele bei der Sandförmerei, allein die angeführten mögen hier genügen.

B. Der Massegufs.

Der fette Sand oder die Masse, ein natürliches oder künstlich bereitetes Gemenge von Sand mit viel Thon, hat den Vorzug vor dem magern Sande, dafs er feinere Eindrücke annimmt und sie besser behält (besser steht), also zum Giefsen von Gegenständen mit zarten Verzierungen oder weit hervorragenden Theilen besser geeignet ist, und dafs er, weil die daraus gefertigten Formen vor dem Giefsen getrocknet werden, das Eisen nicht abschreckt, die Oberfläche desselben nicht hart macht. Er verursacht dagegen mehr Zeitaufwand und Arbeit beim Formen, weil er durchaus gut getrocknet werden mufs, indem er wegen seines grofsen Thongehalts dichter ist und der Feuchtigkeit keinen Ausweg durch seine Poren darbietet.

Man wendet deshalb Formen aus fettem Sande nur in solchen Fällen an, wo sie unentbehrlich sind, nämlich beim Gusse feiner verzierter Waaren und solcher gröfseren Gegenstände, welche die ganze natürliche Weichheit des Eisens behalten sollen, weil man sie weiter bearbeiten mufs. Sogenannte Galanteriewaaren aus Eisengufs, als: Schnallen, Armbänder, Ohrgehänge, Ringe, Leuchter, Schreibzeuge, Medaillons etc., werden deshalb in Masse geformt, von grofsen Gegenständen hauptsächlich Walzen, in denen Kaliber eingedreht werden müssen, viele andere gröfsere Maschinentheile, Kanonen etc.

Die Masse wird vor dem Gebrauch schwach gebrannt, gestampft, gesiebt und mit wenig Wasser angemacht. Oefters setzt man ihr Koaksstaub zu. Schon gebrauchte Masse wird mit Lehmwasser wieder angemacht. Auch magerer Sand hält nach dem Trocknen gut zusammen, wenn man ihn statt mit Wasser mit Kochsalzauflösung anmacht. Er kann bei dieser Zubereitung in vielen Fällen statt fetten Sandes dienen, vor welchem er den Vorzug hat, wegen seiner Porosität weit schneller auszutrocknen.

Das Einformen geschieht bei dem Massegufs ganz nach denselben Grundsätzen und mit denselben Hülfsmitteln, wie beim Sandgufs in Kästen; nur

müssen die Laden stets von Eisen sein, weil sie beim Trocknen der Hitze ausgesetzt werden. Das Einformen kleiner Gegenstände stimmt auch meistentheils gänzlich mit dem Verfahren überein, welches beim Formen für den Sandgufs gebräuchlich ist. Die Modelle zu zarten verzierten Gegenständen werden mit höchst fein gesiebter, trockner Masse bestäubt, damit diese alle feine Vertiefungen gut ausfüllt; und dann stampft man weniger feine, feucht gemachte Masse darüber. Zum Formen einer Kanone wird eine ziemlich grofse Anzahl Formkästen (12 oder 14 und mehr) erfordert, die man aneinander setzt und mit Splinten vereinigt. Weiter unten werden wir mehr darüber sagen. Die Masseformen werden entweder am Kohlenfeuer oder in Trocknenkammern scharf ausgetrocknet, damit sie bei der Berührung mit dem geschmolzenen Eisen keine Dämpfe und Gase entwickeln. Die getrockneten Formen zu gröberen Gegenständen bestreicht man mittels eines Pinsels mit einer Schlichte oder Schwärze aus Leimwasser, Kohlenstaub und Knochenasche oder von ähnlicher Zusammensetzung, und trocknet sie dann noch einmal. Zarte Formen schwärzt man durch Anrauchen, indem man sie über die Flamme von Kiehnholz oder von einem Oellichte hält. — Wir wollen nun einige charakteristische Fälle der Masseförmerei näher betrachten, indem man übrigens wie bei der Sandförmerei verfährt,

Soll z. B. eine cannelirte Säule in Masse geformt werden, so füllt man jede der vier Furchen *ab*, *bc*, *cd*, Fig. 63., durch eine Reihe von Prismen aus, die gleichfalls aus Masse bestehen, welche man Kernstücke nennt und die Form *efgh* haben. Nachdem die beiden Ladenhälften auseinander genommen worden sind, hebt man diese Kernstücke eins nach dem andern weg, legt sie bei Seite, hebt das Modell aus, bringt die einzelnen Kernstücke wieder in die Form zurück, befestigt sie mit Kleister und Stiften, schlichtet die Form und setzt die beiden Ladentheile wieder zusammen. Jedoch erfordert diefs Verfahren eine langwierige und schwierige, nur von geschickten Förmern zu verrichtende Arbeit, und wenn man daher nicht besondere Gründe für den Massegufs hat, so ist in diesem Falle der Sandgufs weit vortheilhafter und besser.

Die Masseformen zu Röhren und andern ähnlichen Gegenständen erhalten gewöhnlich Lehmkerne, die entweder über einer eisernen Spindel, oder, bei stärkeren Röhren, über durchlöcherten hohlen Röhren angefertigt werden. Um das Trocknen der Kerne zu erleichtern, werden die Spindeln oder die Röhren, die den Kernen zur Grundlage dienen, mit Strohseilen umwunden und auf diese erst der Lehm getragen, wie wir weiter unten näher sehen werden. Besser ist es jedoch, die Röhrenkerne in Kernkästen anzufertigen. Das Verfahren bei der Anfertigung der Röhrenformen in Masse ist folgendes: Die Laden sind starke gufseiserne Kapseln, deren Weite nach dem Durch-

messer der Röhren verschieden ist, die ungefähr 3 Fufs lang sind und aus zwei Hälften bestehen. Sie werden auf einer festen Unterlage genau zusammengestellt. Eine ganz glatte, hölzerne oder eiserne Walze, deren Durchmesser der äufseren Weite der Röhre entspricht, wird dann senkrecht in die Mitte der Kapsel gehängt, indem sie unten in eine, in der Unterlage der Kapsel befindliche Vertiefung tritt und eben so befestigt wird, dafs sie gleichweit von der innern Peripherie der Kapsel entfernt ist, deren beide Hälften durch Klammern mit einander verbunden werden. Der Zwischenraum zwischen dieser und der Walze wird alsdann mit Masse vollgestampft, darauf jene mittels eines Krahns herausgezogen, die Kapseln auseinander genommen und getrocknet oder gedarrt. Je nachdem die abzugiefsende Röhre lang ist, werden mehr oder weniger Kapseln über einander gestellt.

Darauf nimmt der Förmer einen quadratischen Eisenstab, der einige Fufs länger als die abzugiefsende Röhre ist, umwickelt ihn mit einem Strohseil, stellt ihn in die Mitte einer inwendig ganz glatten Kernbüchse und stampft Masse, die durch Pferdemist und Haare recht consistent gemacht worden ist, zwischen die Wände der letztern und die mit Stroh umwundene Kernspindel. Die fertigen Kerne müssen sehr sorgfältig in einer hohen Temperatur getrocknet oder gedarrt werden. Soll nun z. B. eine 9 Fufs lange Röhre abgegossen werden, so setzt man in einer Dammgrube drei Kapseln über einander und verbindet sie durch Klammern, die durch Löcher in den Rändern gehen. Der Massekern wird alsdann mittels eines Krahns in die Kapsel eingelassen, bis das untere Ende der Spindel in eine Oeffnung tritt, welche in dem Mittelpunkt der Unterlage der Kapseln befindlich ist; oben wird der Kern durch einen mit Eingufs und Windpfeife versehenen Deckel centrisch in den Kapseln erhalten und nun zum Abgufs geschritten. Man giefst auf diese Weise hauptsächlich dünne und lange Röhren, die beim Sandgufs mifsrathen würden.

Insbesondere wird die Masse zum Kanonengufs angewendet. Zuerst wird das Traubenstück *A*, Fig. 64., auf dem Modellbrett, welches eine runde Oeffnung für das Stück *e* hat, das in diese Oeffnung hineingestellt wird, festgestampft, und dann wird die Platte *g* mit Bolzen, welche durch Splinte festgeschlagen werden, darauf befestigt. Den Kasten *A* kehrt man nun um, stellt das Modell des Bodenstücks *B*, in welchem, damit es die richtige Stellung erhalte, für *e* ein hohler Raum eingelassen ist, darauf, stellt den Kasten *B* auf *A*, und stampft die Zwischenräume mit Masse voll. Dann hebt man *B* wieder ab, stellt das Zapfenstück *C* auf *B*, wie man *B* auf *A* stellte, und verfährt damit wie mit *B*. Die Zapfen *G* werden von der Seite eingestampft nnd mit einer besondern Platte *o o* bedeckt. Wie mit *B* und *C*, verfährt man auch mit dem langen Felde *D*, dem Kopfstück *E* und dem

verlornen Kopf *F*. Die Kästen nimmt man auseinander und die Modelle heraus, putzt die Formen, trocknet sie, schlichtet sie darauf und trocknet sie wieder, stellt sie dann in die Dammgrube in der in Fig. 65. dargestellten Form zusammen und befestigt die einzelnen Stücke aneinander. Das flüssige Eisen läſst man von oben oder besser durch eine besondere, neben dem Geschütz stehende Röhre unten von *B* einfliefsen. Der verlorne Kopf *F* dient dazu, daſs das Eisen in der Form den gehörigen Druck erhalte. Nach dem Erkalten des Eisens wird die Form auseinander genommen. Das vierkantige Stück *a* dient zur Befestigung des Kanons an der Drehbank.

C. Der Lehmguſs.

Die Lehmförmerei, die langsamste und folglich die theuerste von allen Formmethoden, wird im Allgemeinen nur zu groſsen Gegenständen angewendet, welche nur ein einziges Mal abgegossen werden sollen, bei denen also die Anschaffung eines metallenen oder hölzernen Modelles und einer Lade zu kostspielig sein würde und die von der Art sind, daſs sie ohne diese dargestellt werden können. Es gehören dahin Cylinder, groſse Röhren, gröſsere Kessel, Pfannen u. dgl. Der Lehm ist also als ein Gemenge von viel Thon mit wenig Sand zu betrachten, wie der magere Sand ein Gemenge von viel Sand mit wenig Thon. Der fette Sand oder die Masse steht zwischen beiden. Der Lehm hat durch seinen überwiegenden Thongehalt Bindekraft genug, um nach sehr scharfem Trocknen oder Brennen für sich selbst, ohne Formkasten, zu stehen, d. h. den für den Guſs erforderlichen Zusammenhang zu behaupten. — Der Formlehm muſs nicht zu sandig, hinlänglich bildsam und bindend sein, beim Brennen wenig schwinden und keine oder nur unbedeutende Risse bekommen. Er wird durch Auslesen und Sieben von Steinen, Wurzeln u. dergl. gereinigt, mit Wasser angefeuchtet, fleiſsig durchgeschlagen, endlich mit gehacktem Stroh, trocknem Pferdemist oder Kuhhaaren vermengt und durchgetreten, damit er beim Trocknen nicht reiſst und abbröckelt. Beim Gebrauche muſs er ungefähr die Consistenz von Brodteig haben.

Zu jeder Lehmform für einen hohlen Gegenstand müssen drei Haupttheile gebildet werden, der Kern, das Hemd und der Mantel. Der Kern ist derjenige Theil der Form, der in dem Gusse die Höhlung hervorbringt und daher an Gestalt und Gröſse dem Innern des zu gieſsenden Gegenstandes gleich sein muſs. Ueber den Kern wird eine Lage Lehm aufgetragen, welche an Dicke und an äuſserer Gestalt dem zu fertigenden Guſsstück gleicht, so wie sie durch den Kern schon von selbst die gehörige innere Gestalt bekommt. Diese Bekleidung ist ein wahres, von Lehm gemachtes

Modell, und heifst wirklich so, zuweilen aber auch das Hemd, die Dicke oder Eisenstärke. Das Hemd oder Modell wird endlich in eine stärkere Lehmmasse eingehüllt, welche der Mantel heifst. Wird der Mantel im Ganzen, oder in zwei (zuweilen mehrere) Theile mit einem dünnen Messer zerschnitten, von dem Hemd abgehoben, letzteres weggebrochen und beseitigt, dann der Mantel wieder über den Kern aufgesetzt, so bleibt der Raum leer, welchen das Eisen füllen soll. Zum Gusse werden die Lehmformen so aufgestellt, dafs die Mündung des Kessels etc. nach unten gekehrt ist. Den Kern macht man stets hohl, theils um ihn leichter austrocken und brennen zu können, theils um an Lehm und Arbeit zu sparen. Das Auftragen des Lehms geschieht schichtenweise, und jede Schicht wird an der Luft und durch Kohlenfeuer getrocknet, bevor man eine neue aufträgt. Damit der Mantel vom Hemde und dieses vom Kern sich leicht ablöse, bepinselt man Kern und Hemd nach ihrer Vollendung mit Holz- oder Torfasche, die mit Wasser angerührt ist.

Nach der schon erwähnten Wegschaffung des Hemdes, werden Kern und Mantel ausgebessert oder geputzt, und durch herum- und hineingemachtes Feuer gebrannt, und dann mit einer Brühe von Leimwasser und Kohlenstaub bestrichen, geschwärzt. Die Fugen des wieder über dem Kerne aufgesetzten Mantels werden mit Lehm verstrichen. Zum Abgusse setzt man die Formen in die Dammgrube vor dem Ofen und umgiebt sie mit festgestampfter Erde. Grofse, nicht zum Transporte geeignete Formen werden schon in der Dammgrube angefertigt. Die Eingüsse und Windpfeifen bildet man aus Röhren aus Lehm, welche in Oeffnungen des Mantels eingesetzt werden, oder man dämmt sie nach hölzernen Modellen, wie beim Kastengufs, in Sand ein. Nach dem Gusse, wenn das Gufsstück in der Form erkaltet ist, wird der Mantel abgeschlagen und der Kern herausgestochen, wenn sich das Gufsstück nicht von demselben abheben läfst. Der Lehm kann, da er hart gebrannt ist, nicht wieder gebraucht werden. Das beschriebene ist das ältere Verfahren, welches jetzt nur selten und unter gewissen Umständen angewendet wird; das neuere, vollkommenere werden wir sogleich, mit Hülfe von einigen Beispielen, kennen lernen.

Runde Lehmformen werden mit Lehren, Schablonen, Drehbrettern, d. h. mit Brettern, die nach dem hervorzubringendem Profile ausgeschnitten sind, abgedreht. Zu jeder Form sind 2 Schablonen erforderlich; die erste für den Kern, die andere für das Hemd. Der Mantel wird aus freier Hand gebildet, da es auf die Regelmäfsigkeit seiner äufsern Form nicht ankommt. Kleinere Formen verfertigt man in der Drehlade, auf einer hölzernen oder eisernen, horizontalen Spindel, welche umgedreht wird, während man den Lehm mit der Hand aufträgt und zuletzt mit der unbeweg-

lich dagegen gelegten Schablone zur gehörigen Gestalt abgleicht. Mit dem Kerne wird natürlich der Anfang gemacht, und damit derselbe hohl wird, umwickelt man die Spindel mit Strohseilen, bevor man mit dem Auftragen des Lehms beginnt.

Zu grofsen runden Formen wird in der Dammgrube der Kern aus Ziegel- oder Lehmsteinen (mit Lehm als Mörtel) hohl aufgemauert und nur äufserlich mit Lehm bekleidet. Weil eine solche Form sich nicht wohl würde in drehende Bewegung setzen lassen, so wird die Schablone, welche mit der in der Axe des Kerns senkrecht aufgerichteten eisernen Spindel verbunden ist, im Kreise herumgeführt, um das Abdrehen zu bewirken. Den Mantel verstärkt man durch eiserne Bänder und Stäbe, die man in die Masse desselben legt. Für die Henkel oder Handhaben der Kessel werden besondere Formen von Lehm gemacht und in Oeffnungen des Mantels eingesetzt.

Bei Cylindern zu Dampfmaschinen, Gebläsen etc. verfährt man anders. Man mauert und vollendet den Mantel in der Dammgrube und senkt dann den, auf einer eisernen Scheibe besonders angefertigten Kern, mittels eines Krahns, in das Innere desselben hinab. — Nicht runde Gegenstände werden ohne Spindel und Schablone, blos aus freier Hand, übrigens auf eine mit dem Obigen übereinstimmende Weise geformt. — Wir wenden uns nun zu der näheren Betrachtung einiger charakteristischen Beispiele.

Ein einfacher Kessel ohne Rand und ohne Henkel. — Man legt genau horizontal auf den Boden einen gufseisernen Kranz *ab*, Fig. 66., in dessen Mittelpunkt *e* man das untere Ende einer eisernen Stange so stellt, dafs sie sich frei um sich selbst drehen und mit der hölzernen, an ihr befestigten Schablone *ef*, Fig. 67., eine Umdrehungsoberfläche beschreiben kann, die mit der innern umgekehrten Oberfläche des zu formenden Kessels gleich ist. Die Linie *eg* der Schablone bildet den Rand des Kessels. Auf den Theil *adbd* des Kranzes Fig. 66. mauert man mit Ziegelsteinen, die platt gelegt, oder auf die hohe Kante gestellt werden und mit Lehm eine Art Kuppel *hik*, Fig. 67., auf, die 2 bis 4 Zoll stark ist, je nachdem der Kessel kleiner oder gröfser ist.

Die äufsere Oberfläche der Kuppel mufs von der von dem Boden *ef* beschriebenen Oberfläche wenigstens 2 Zoll entfernt sein. Ehe man die Mauerung bis zu dem Punkt *i* fortführt, wirft man Holz- oder Steinkohlen auf den Boden im Innern des Kerns, die man später nach Vollendung desselben anzündet, um ihn zu trocknen. Man schliefst darauf das Gewölbe und läfst bei *i* rings um die Spindel nur einen geringen Zwischenraum. Durch diese Oeffnung (nachdem die Spindel herausgenommen worden ist) so wie durch einige unter dem untern Rande befindliche, werden die Kohlen angezündet, welche dann, um den Kern zu trocknen, langsam verbrennen müssen. Auf

die Ziegelsteine bringt man nun eine Schicht Lehm, indem man sie mit Hülfe der Schablone möglichst gleich stark aufträgt. Auf diese Schicht, deren Oberfläche rauh ist, kommt eine zweite, die mittels der Linie *ef* der Schablone genau abgedreht wird. Die Linie *eg* bildet eine Art Vorsprung und zugleich den Rand *m* des Kessels. Nachdem nun der Kern getrocknet ist, wird er, mittels eines Pinsels, mit der erwähnten Aschenschlichte überzogen. Darauf wird das Hemd aufgetragen und zu dem Ende wird an die Spindel eine andere Schablone *g′e′f′* (Fig. 68.) befestigt, deren Rand, *e′f′* die äufsere Oberfläche des Kessels beschreibt, so dafs man damit das Hemd abdreht. Es reicht diese Schablone nur bis auf den Rand *m*. Wenn nun das Hemd durch die im Innern des Kerns noch fortdauernde Verbrennung gehörig getrocknet ist, so überzieht man es auch mit Aschenwasser und nimmt die Spindel mit der Schablone gänzlich aus dem Kern heraus, so dafs die Kohlen in seinem Innern um so besser fortbrennen können. Nun legt man auf die vorstehenden Lappen *a b d d* des Kranzes (Fig. 66. und 67.) einen zweiten etwas gröfseren Kranz *p q*, der jedoch kein Querstück hat. Auf die Oberfläche *e′f′*, (Fig. 69.) trägt man nun eine neue, 2 Zoll starke Lehmschicht blos mit der Hand auf und ebnet sie mit derselben, und ummauert dieselbe mit einem Gewölbe von Ziegelsteinen, deren unterste Schicht auf dem gufseisernen Kranz *p q* ruhet, und deren innere Seite dicht an der Lehmschicht liegt. Diese und die Ziegelsteinkuppel bilden den Mantel der Form.

Man trocknet nun die ganze Masse, indem der Zug des Kohlenfeuers durch eine kleine Oeffnung im Scheitelpunkte unterhalten wird, und wenn die ganze Form gehörig trocken ist, so hebt man den Kranz *p q* sammt dem Mantel, mittels eines Krahns ab, indem man dahin sieht, dafs der Zug in möglichst senkrechter Richtung erfolgt, oder dafs die Lage des Kranzes horizontal bleibt. Man bricht das Hemd ab, verschliefst die Oeffnung oben im Kern, wogegen man im Mantel die zum Eingufs dienende macht und seitwärts von derselben, je nach der Gröfse des Kessels, eine oder zwei Oeffnungen für die Windpfeifen angebracht hat, putzt und schwärzt Kern und Mantel und setzt letztern mit Sorgfalt wieder über erstern, wobei man vorher dahin sieht, dafs dieselben Punkte beider Kränze wieder aufeinander kommen, indem man sie vor dem Abheben zeichnet.

Gröfse Formen werden nun mit aller Sorgfalt in der Dammgrube eingedämmt, die Oeffnungen für Eingufs und Windpfeifen in Sand geformt, die Form mit Gewichten beschwert und zum Abgufs geschritten. Kleinere Formen werden mittels Pfannen, gröfsere durch Abstechen abgegossen.

Wenn die Umrisse der zu giefsenden Gegenstände, statt kreisrund zu sein, oval oder eckig sind, so bringt man keine senkrechte Spindel an, sondern man richtet hölzerne oder gufseiserne Leitungen vor, längs denen man eine

nach der Zeichnung von dem Stück ausgeschnittene Schablone hinabschiebt. Die den aus Ziegelsteinen bestehenden Theilen zu gebenden Formen sind oft sehr flach, oder auf verschiedene Weise gebogen, und man giebt ihnen dann entweder durch Draht oder durch Eisenstangen Festigkeit, die ein geschickter Förmer an den gehörigen Stellen anzubringen wissen mufs. Es sind diefs die schwierigsten Arbeiten in der Förmerei; oft werden aber auch die verschiedenen Theile einer und derselben Form, die einen aus Masse und die andern aus Lehm angefertigt; aus letzterm gewöhnlich die Kerne und aus jenem die Mäntel.

Wir müssen hier noch im Allgemeinen bemerken, dafs, wenn es durchaus nothwendig ist, ein Gufsstück ohne alle Blasen und Unreinigkeiten zu liefern, wie z. B. bei Wellen, Walzen, Geschützen etc., dasselbe oben eine Verlängerung, einen schon bei dem Geschütz erwähnten, sogenannten verlorenen Knopf, erhält, nach welchem sich dann alle Unreinigkeiten in die Höhe ziehen und den man von dem Stück durch Abschlagen oder Abdrehen trennt. Oft reicht auch ein sehr starker Eingufs aus. Mangel an tiefen Dammgruben in sehr vielen Giefsereien und die Schwierigkeit, die Formen unten gehörig gegen den bedeutenden Druck des Eisens zn sichern, sind Veranlassung, dafs nicht alle ähnliche Stücke, wohin auch die in Masse geformten Röhren gehören (denn in Sand geformte müssen geneigt zum Gufs kommen), stehend abgegossen werden können.

Eine Cylinderform wird auf folgende Weise gefertigt. Fig. 70. ist der Durchschnitt von einer solchen Cylinderform. *AA* ist ein gufseisernes Gestell, welches auf Rädern oder Rollen steht, damit die Form leicht in die Darrkammer transportirt werden kann. Mitten auf diesem Gestell ist eine gufseiserne Hülse *BB* angebracht, in der sich die eiserne Spindel *DD* bewegt. *CC* ist ein breiter eiserner Kranz mit vier Lappen, an denen eben so viel eiserne Griffe angebracht sind, welche, wie wir weiter unten sehen werden, dazu dienen, die Form mittels eines Krahns zu heben; der Kranz wird möglichst concentrisch mit der Hülse *BB* auf das Gestell gelegt. Auf den Ring wird zuerst eine Lage von Masse gebracht und nun werden über die Spindel *DD* die eisernen Arme *EE* geschoben und mit Druckschrauben in gehöriger Höhe befestigt, und an diese Arme wird die Schablone *FF* geschraubt, deren äufsere Kante genau so weit von der Axe der Spindel entfernt sein mufs, als der Halbmesser des Cylinders beträgt. Mit der Schablone wird die untere Masseschicht geformt, worauf man auf derselben die Cylinderform von Ziegelsteinen aufmauert, die jedoch einige Zolle weiter als der Durchmesser des zu giefsenden Cylinders sein mufs, Das Mauerwerk wird, nachdem es lufttrocken geworden, inwendig mit Lehm überzogen, dem nun durch die Schablone *FF* die Form gegeben wird, welche der Mantel

der Cylinderform haben mufs und die aus Fig. 70. ersichtlich ist. Die Form wird nun in eine Darrkammer geschoben, um dort scharf getrocknet zu werden.

Der Kern zu der Form wird nun auf folgende Weise angefertigt: An einer stabeisernen Spindel, die unten in einer Pfanne und oben in einem Zapfenlager eine senkrechte Stellung hat, und die mittels einer oben angebrachten Kurbel gedreht werden kann, ist unten eine gufseiserne Scheibe genau horizontal befestigt. Auf diese Scheibe, deren Durchmesser etwas geringer als der innere Durchmesser des zu giefsenden Cylinders sein mufs, wird der Kern von Ziegelsteinen mit etwas geringerem Durchmesser aufgeführt, wobei eine Schablone das Anhalten giebt, die an dem Gestell, welches die Spindel senkrecht erhält, ebenfalls genau senkrecht befestigt worden ist. Nachdem die Mauerung vollendet ist, wird der Kern mit Lehm überzogen, genau nach der Schablone abgedreht und durch Kohlenfeuer getrocknet. Mantel und Kern werden dann geputzt und geschwärzt in die Dammgrube hinabgelassen. Zu dem Ende wird zuvörderst ersterer in den Bereich eines Krahns geschoben und an diesen wird eine Vorrichtung gehängt, die aus Ketten besteht, welche an vier Armen hangen, deren obere Haken auf letztern verschiebbar sind, mittels an den untern Enden befindlicher Haken in die Ringe *C* des Kranzes von dem Mantel, Fig. 70., gehängt, und auf diese Weise der letztere in die Dammgrube hinabgelassen.

Der Kern wird mittels einer an die Spindel befestigten Kette sehr sorgfältig in das Innere des Mantels hinabgelassen, auf dessen untern Rand eine Schicht Lehm gelegt wird, um das Durchdringen des flüssigen Eisens durch die Fugen zu verhindern. Man hat dahin zu sehen, dafs er genau concentrisch in dem Mantel steht, damit der Gufs überall gleich dick werde. Oben wird der Kern durch ein Kreuz unveränderlich befestigt, welches darüber gelegt und mit Bolzen und Schrauben von *CC* ab dicht angezogen wird. Die Form bleibt daher oben offen, und der Theil über dem obern Kranze des Cylinders *G* wird beim Ausbohren und Abdrehen abgeschnitten. Man erhält durch diesen verlorenen Theil des Cylinders einen dichten guten Gufs, der bei einem auszubohrenden Stück um so nöthiger ist.

Bei sehr grofsen Cylindern würde die Mantelform zu schwer sein, um in die Darrkammer und in die Dammgrube transportirt werden zu können; man mauert sie daher in der Dammgrube selbst auf und umgiebt sie, der gröfseren Sicherheit wegen, mit gufseisernen Ringen oder Kapseln, die übereinander gesetzt werden. Das Trocknen geschieht mit Kohlen, die, in blechernen Becken liegend, in den Mantel hineingehängt werden. Der Zwischenraum zwischen demselben und dem äufseren Umfange des Mantels wird mit Sand festgestampft. Ueberhaupt ist es besser, auch die Mäntel kleinerer

Cylinder mit Kapseln zu umgeben, weil das Ausfüllen des ganzen Raumes der Dammgrube zu viel Arbeit verursacht und das Freistehen der Form in derselben zu wenig Sicherheit gewährt, indem das unter starkem Druck stehende Eisen dann, besonders an den untern Theilen, zu leicht durchdringen kann. — Wir könnten noch viele andere charakteristische Beispiele von der besonders für das Maschinenwesen so wichtigen Lehmförmerei anführen; allein der Plan des Werkes macht es erforderlich, dafs wir uns mit dem Gesagten begnügen.

Zum Lehmgufs gehört endlich auch im Allgemeinen der sogenannte Kunstgufs, d. h. die Darstellung gufseiserner Statüen, Büsten und sonstiger Figuren etc. Die Verfahrungsarten hierbei sind weiter unten bei der Kunst- oder Bildgiefserei beschrieben worden, weshalb wir darauf verweisen.

D. Der Schalengufs,

oder der Gufs mit Anwendung gufseiserner Formen (Schalen, Kapseln, Coquilles, französisch), gewährt den Vortheil, in einer Form eine beliebige Anzahl Abgüsse schnell nach einander machen zu können, während die Sand-, Masse- und Lehmformen stets nur für einen einzigen Abgufs dienen und dann zerstört werden müssen oder vielmehr durch den Abgufs selbst schon zerstört sind. Ohnerachtet der hieraus für den Schalengufs hervorgehenden gröfseren Wohlfeilheit wird derselbe doch nur wenig angewendet, weil die Gufswaaren durch die schnelle Abkühlung in den gut leitenden eisernen Formen unansehnlich und rauh ausfallen, auch bis auf einige Linien Tiefe und, wenn sie sehr dünn sind, sogar durch und durch eine grofse Härte und damit zusammenhängende Sprödigkeit erlangen: Eigenschaften, welche meist sehr unwillkommen sind. Demnach werden nur für solche Gegenstände, bei welchen bedeutende Härte ein Erfordernifs ist, eiserne Formen regelmäfsig angewendet, und es entsteht sogenannter Hartgufs (case-hardened Castings, chilled Work, in England — woher das Verfahren stammt). — Je dicker die Wände solcher Formen sind, desto mehr Wärme entziehen sie dem Eisen in gleicher Zeit, und desto vollkommener ist daher die Härtung. Um das Einfressen des geschmolzenen Eisens in die Formen zu verhindern, bestreicht man letztere stark mit Reifsblei oder überzieht sie mit Steinkohlentheer. Vor dem Gusse werden sie erwärmt.

Beispiele des Schalengusses sind folgende:

1. Kanonenkugeln, welche jedoch wegen ihrer Härte die Geschütze zu schnell zu Grunde richten, weshalb man sie jetzt überall im Sande formt.

2. Grofse Dreheisen zum Abdrehen von Gufseisenwaaren, die man hauptsächlich auf Eisenhütten und Giefsereien, wo man sie leicht und wohlfeil darstellen kann, statt der verstahlten anwendet. Die Form besteht aus zwei dicken und schmalen Platten, von denen die eine eine Vertiefung von der Gestalt des Dreheisens besitzt, die andere aber ganz flach ist und blos als Decke für jene Vertiefung dient.

3. Die wichtigste Anwendung des Schalengusses ist die zur Darstellung von sogenannten Hartwalzen (case-hardened Rollers, englisch), d. h. Walzen zur Fabrikation des Blechs aus Eisen und andern Metallen. Solche Walzen, besonders gröfsere, gehören zu den schwierigsten Erzeugnissen der Eisengiefserei, und das Verfahren beim Formen und Giefsen derselben ist erst seit kurzer Zeit in Deutschland bekannt; früher war es ein Arcanum weniger englischen Giefsereien, welche solche Walzen zu hohen Preisen verkauften.

Die Anforderungen an eine gute Walze, besonders zur Blech- und Bandeisenfabrikation, ferner zum Ausrecken vieler der feineren Metalle, sind, dafs sie einen möglichst harten Walzkörper mit völliger Reinheit der Oberfläche und weiche, sehr feste Zapfen besitze, welche dem Zerbrechen Widerstand leisten, während die Walze einer sehr hohen Pressung ausgesetzt ist. Härte und Festigkeit besitzt aber keine der darzustellenden Eisenarten zugleich, und eben so wenig sind sie durch den gewöhnlichen Lehm- oder Massegufs zu erreichen. Man wendete daher vergebens verschieden gemengtes, halbirtes, selbst völlig weifses Roheisen aus Hoh- und Flammöfen an, hohe Eingüsse, selbst eine weiche Welle als Zapfen, stetes Umrühren der Masse bis zum Erstarren und viele andere Versuche, bis man auf der Königlichen Eisengiefserei zu Berlin und dann auch zu Malapane auf das richtige Verfahren kam. Die Darstellung geschieht in starken gufseisernen, genau ausgebohrten und geschmirgelten Kapseln, welche die Länge der zu fertigenden Walzen im Körper haben, und an welchen die Zapfen an beiden Enden durch mit dieser genau versplettete Kapselansätze verbunden werden, in denen die Zapfen in Masse eingeformt sind. Das dazu anzuwendende Eisen ist Holzkohlenroheisen. Das Mittelstück der Kapsel ist aus grauem gaaren Eisen gegossen und genau ausgebohrt. Die Förmerei ist ganz die gewöhnliche, weiter oben zur Anfertigung von Cylindern beschriebene Lehmförmerei, nur mufs beim Gufs solcher schweren hohlen Stücke darauf Rücksicht genommen werden, dafs keine Blasen und sonstige undichte Stellen entstehen, weshalb aufser den zwei steigenden Eingüssen noch zwei starke Windpfeifen aufgesetzt werden, durch welche, so lange das Eisen noch zieht, d. h. sinkt, fleifsig nachgegossen werden mufs. Man läfst eben so auch nach beendetem Gufs die Form noch gern so lange eingedämmt stehen, bis sie vollkommen

erkaltet ist, damit sich das Gufsstück möglichst auswärme und keine Spannung durch schnelles Erkalten erhalte. Die sorgfältige Darstellung und demnächstige Bearbeitung dieses Stücks ist jedenfalls Hauptsache und mufs daher mit gröfster Genauigkeit erfolgen. Ist dieses Mittelstück ausgebohrt und rein von allen Blasen und Löchern befunden, so wird es sorgfältig bis zur gehörigen Weite ausgeschmirgelt, so dafs die innere Fläche, welche demnächst die Walzenfläche bilden soll, in gröfstmöglichster Vollkommenheit sich darstellt. Hierauf werden erst die beiden Endflächen genau nach der Walzenlänge abgedreht, und, um einem Zerspringen beim Gufs vorzubeugen, zuletzt noch an den beiden Enden starke, geschmiedete Ringe aufgetrieben. Aufserdem mufs das Mittelstück entweder mit eingeschraubten Haken oder bei gröfseren Walzen mit angegossenen Knaggen versehen sein, um es in die Dammgrube und aus derselben herausheben zu können.

Die Stärke des Mittelstücks beträgt bei Walzen von 5 bis 9 Zoll Durchmesser 4 Zoll, von 9 bis 11 Zoll Durchmesser $4\frac{1}{2}$ Zoll und von 11 bis 15 Zoll Durchmesser $5\frac{1}{2}$ Zoll. — An den abgedrehten Endflächen hat das Mittelstück 4 eingeschraubte Bolzen *g* von $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll Stärke, durch welche die beiden andern Kapseltheile mittels Löcher sich anschliefsen. Der obere Kapseltheil enthält den Zapfen sammt verlorenem Kopf und ist in dem angegebenen Beispiele 14 Zoll hoch, $\frac{5}{8}$ Zoll an Eisen stark und mit zwei Handhaben versehen. In der unteren Kapsel ist nur die Zapfenlänge enthalten, sie ist an beiden Enden offen, um nach erfolgtem Einformen unten mit einer Deckplatte verschlossen werden zu können. Beide Kapselstücke sind mit Kränzen versehen, die durch 4 der Länge nach gehende, $1\frac{1}{2}$ Zoll starke Rippen verstärkt werden. Dieses unterste Kapselstück enthält nun auch in der Mitte der Höhe den schief eingeschnittenen Eingufs und zwar dergestalt, dafs derselbe das Holzmodell, worüber der untere Zapfen geformt wird, genau tangirt und hierdurch dem Eisenstrom eine solche Bewegung ertheilt, dafs derselbe in concentrischen Kreisen, die rotirende Bewegung an der Kapselfläche entlang, in die Höhe steigen mufs. Bei kleinen Walzen genügt ein Eingufs, bei den gröfseren sind dagegen zwei auf entgegengesetzten Seiten angebracht.

Bei dem Schmirgeln zieht sich Oel in die Poren, und wenn diefs nicht vor dem Gebrauch der Mittelstücke weggeschafft wird, so erhalten die zuerst darin abgegossenen Walzen unreine Oberflächen und die Kapseln zerspringen auch wohl. Man mufs daher dieselben vorher mit grauem Roheisen voll giefsen oder sie sorgfältig ausglühen oder tempern, indem man sie in einer Darrkammer in- und auswendig mit Kohlen umgiebt, die letztern durch eine verlorene Ziegelmauerung zusammenhält und sie langsam verbrennen läfst. Durch dieses Tempern wird auch das Zerspringen der Kapseln vermieden.

Zu Malapane werden alle Kapseln, selbst die zu 15 Zoll starken und 26 Zoll langen Blechwalzen, aus einem Stück gegossen. Finden sich beim Ausbohren der Kapseln undichte Stellen, so müssen dieselben mit einer teigartigen Mischung von feingeschlämmtem Graphit und Mistjauche zugemacht werden; dann sind solche Stellen nicht nachtheilig für den Walzengufs.

Um den oberen Kapseltheil, welcher aufser dem Zapfen noch einen verlorenen Kopf in sich fafst, dergestalt einformen zu können, dafs das Modell gerade in die Axe der Kapsel trifft und sich unter allen Umständen bei dem nachherigen Zusammensetzen der Kapsel nicht verrücken kann, ist zu jeder Kapsel ein Modellbrett erforderlich, auf welchem das Zapfenmodell concentrisch eingelassen ist, und welches über das eingestampfte Holzmodell zu liegen kommt. Nach beendetem Einstampfen der unteren Kapsel wird die Bodenplatte vorgebracht und versplintet; eben so der eine oder beide Eingüsse durch die Masse bis ans Modell gleichmäfsig ausgeschnitten, so dafs dieselben als eine Verlängerung der bereits in der Eisenstärke der Kapsel befindlichen schrägen Eingufsöffnung angesehen werden können. Man wendet zum Einformen dieser Kapseltheile eine recht feste Masse an, um sicher zu sein, dafs sich während des Gusses nichts davon ablöse, stampft dieselbe so fest als möglich und schwärzt sie mit der gewöhnlichen, aber feinen Massenschwärze. Das Trocknen geschieht behutsam.

Da die Mittelkapsel nicht geölt werden darf, so mufs sie sehr sorgfältig aufbewahrt, vor jedem Gebrauch mit Lumpen ausgerieben und auch etwas angewärmt werden, wodurch dem Abschrecken des Eisens kein Abbruch geschieht. Die innere Oberfläche der Kapsel wird darauf mit Kiehn gleichmäfsig geschwärzt. — Um die Form zusammenzusetzen, legt man bei kleinen Walzen das Mittelstück der Länge nach hin, setzt die untere Ansatzkapsel mittels der Bolzen daran und versplintet sie, entfernt allen Schmutz mit Hülfe des Blaserohrs, stellt beide folgende Theile aufrecht, versplettet die aufgesetzte obere Kapsel, untersucht mittels eines eingehaltenen Lichts, ob alle Theile gehörig schliefsen, und verstreicht zur Sicherheit noch alle Fugen mit Lehm. So wird die zusammengesetzte Kapsel mit durch Papier verstopftem Eingufs in die Dammgrube gelassen und der Hüttensohle gleich eingedämmt, wobei die schräg von der Oberfläche nach unten geführte Eingufsröhre durch ineinander gesetzte, durch Lehm angefertigte und gebrannte Trichter gebildet wird. Beim Eindämmen ist dahin zu sehen, dafs die Form genau senkrecht steht, und dafs die obere Oeffnung mit einem Brettchen bedeckt werde, um alle Unreinigkeiten abzuhalten. — Gröfsere und schwerere Kapseln können nur in der Dammgrube zusammengesetzt werden. — Die Eingufsröhre erhält ein Steigen von 50—60°; oben mündet dieselbe in einen Tümpel aus, der nach der Kapsel hin durch Beschwereisen gesichert

ist. Das Giefsen erfolgt entweder aus Pfannen oder besser durch den Abstich, um das Mattwerden des Eisens möglichst zu vermeiden; bei gröfseren Walzen ist das letztere Verfahren allein anwendbar, nur müssen dabei möglichst alle Unreinigkeiten zurückgehalten werden. Auch geschieht der Abgufs möglichst schnell, indem die Eingüsse stets voll Eisen sind Das Eisen steigt hierbei in der Form schnell spiralförmig empor und bringt durch diese schnell rotirende Bewegung alle etwaigen Unreinigkeiten mit in die Höhe und bewirkt das reine Ansehen der gegossenen Walzen. Nach beendetem Gufs wird das Eisen so lange durch aufgelegte Kohlen offen erhalten, bis ein Nachgiefsen durchaus nicht mehr nöthig zu werden scheint. — Es mufs auch noch bemerkt werden, dafs scharfe oder vorspringende Kanten zu vermeiden sind, weshalb man die Zapfen in schräger Richtung nach dem Walzenkörper anlaufen läfst und ihnen dann erst durch das Abdrehen die wahre Gestalt giebt. Berücksichtigt man diefs nicht, so springen die Walzen an den Kanten oder werden wenigstens unganz, da sich an solchen Stellen leicht der von unten aufsteigende Schaum etc. festsetzt, der auf die Oberfläche geführt wird.

Fortgesetzte Beobachtungen beim Gusse der Hartwalzen von sehr verschiedener Stärke haben zu dem wichtigen Resultat geführt, dafs Güte und Härte der Walze keinesweges durch die Stärke der dazu verwendeten Kapsel modificirt werden; im Gegentheil scheint es, als würden zu starke Kapseln durch leichtes Zerspringen gefährlich und als erhielten die in denselben gegossenen Hartwalzen, wegen zu schneller Absorbirung der Hitze, in der Mitte undichte Stellen, während sie auf der Oberfläche Hartborsten zeigen. — Nach dem Gufs mufs man die Formen noch 4 bis 6 Stunden ruhig stehen lassen, ehe man die Walze herausnimmt, welches ohne Schwierigkeit erfolgt, da sich die Walze so zusammengezogen hat, dafs die nöthige Flucht in der mittleren Kapsel vorhanden ist.

Nach den in Berlin gemachten Erfahrungen ist das stark halbirte Holzkohlenroheisen, welches sich bei einem nicht zu übersetzten Gange erzeugt hat und unmittelbar aus dem Hohofen vergossen wird, besser zum Gufs der Hartwalzen als Koaks- oder im Flammofen umgeschmolzenes Roheisen geeignet. — Alle diese Walzen sind auf dem Bruch 1 — 2 Zoll vom Rande weifs, gehen durch stark halbirtes in ein sehr dichtes, feinkörniges, lichtgraues Eisen über und zeigen in der Mitte nicht die geringste Undichtigkeit. Ist das Eisen zu hart, so mufs man die Walze länger in der Form verkühlen lassen. — Das Schwinden der Hartwalzen wird nicht durch die Stärke der angewendeten Kapseln bedingt, sondern verhält sich der zunehmenden Masse proportional und wird aufserdem durch die mehr oder minder hitzige oder scharfe Beschaffenheit des erblasenen Roheisens vermehrt oder vermin-

dert, so dafs es bei hitzigem, aber weniger scharfem Eisen abnimmt, bei mattem, aber weifsem Eisen zunimmt, wonach man die Weite der Kapseln, mit Berücksichtigung der abzudrehenden Stärke, bestimmen mufs. — Eine möglichst gleichförmige Erwärmung der Kapseln vor dem Gufs ist deshalb nothwendig, weil die Walze sonst bei der Bearbeitung harte und weiche Stellen zeigt.

Die fertigen Walzen werden durch Gufsstahlschneiden bei sehr langsamem Umgange abgedreht und dann bei einem schnellern Gange mittels einer Schmirgelkluppe mit verstellbarem Lager, um für Walzen von verschiedenem Durchmesser zu dienen, abgeschmirgelt. (Siehe die Abbildung der Vorrichtung zum Schmirgeln auf Taf. 22 der Berliner Verhandlungen von 1836, 5. Lief., in welchem Werke S. 235 etc. und in Karsten's Archiv 2. Reihe, VII. S. 3 etc. und VIII. 254 etc. auch genaue Beschreibungen und Abbildungen des ganzen Verfahrens vorhanden sind.)

Kleine Walzen giefst man öfters ohne die Zapfen, aber mit einer viereckigen, durch und durch gehenden Höhlung, in welche eine schmiedeeiserne Axe mit daran sitzendem Zapfen geschoben wird. In diesem Fall kann die Form viel einfacher sein und aus einem gufseisernen, an beiden Enden offenen Cylinder bestehen, den man auf eine geebnete Lehmsohle setzt, in dessen Mitte ein vierkantiger Lehmkern aufgerichtet wird und den man von oben her vollgiefst.

In Fällen, wo ein Gufsstück nicht ganz, sondern nur an bestimmten Theilen hart werden soll, wendet man das Abschrecken ebenfalls an, formt aber in Sand und legt nur dort, wo die Oberfläche Härte erlangen mufs, Gufseisenstücke von angemessener Gröfse und Gestalt an. Ein Beispiel ist schon weiter oben beim Heerdgufs angeführt, ein anderes bieten die zu Eisenbahnwagen angewendeten Räder dar, deren Kränze hart gegossen werden müssen. Zu dem Ende wird ein gufseiserner, an der innern Fläche ausgedehnter, mit zwei schmiedeeisernen Bändern umgebener Ring, den man an dieser Fläche mit einem Gemisch von Fischthran und Graphitpulver bestreicht, damit das flüssige Eisen nicht daran festhält, auf eine geebnete Stelle des Heerdes gelegt, das hölzerne Modell hinein, und diefs wird gehörig eingedämmt; darauf wird auf den Ring, der den Unterkasten der Lade bildet, ein anderer gelegt, der den Oberkasten vorstellt, und dieser wird mit Eingufs und Windpfeifen versehen. Nimmt man nun das Modell heraus und giefst das Rad ab, so schreckt sich sein Kranz ab und wird hart.

E. Die Kunstgiefserei.

Von der Lehmförmerei ist die ältere Art der Kunstförmerei eigentlich nicht verschieden, indem der Kern bei dieser, so wie bei jener, aus Lehm gebildet und die Eisenstärke mit einem Mantel vom feinsten Lehm bekleidet wird. Der Unterschied liegt nur in der Masse, welche man zur Eisenstärke anwendet, und welche bei der Lehmförmerei aus Lehm, bei der Kunst- oder Statüenförmerei aber aus Wachs besteht. Statüen und eine Menge von Verzierungen würden es nämlich nicht zulassen, den Mantel von der Eisenstärke abzulösen, ohne diese selbst zu verletzen. Kommen solche Verzierungen einzeln an einem in Lehm zu giefsenden Stück vor, so kann man die als Wachsabdrücke an der eigentlichen Eisenstärke befestigten Verzierungen, Köpfe u. s. f. beim Abnehmen des Mantels in demselben lassen und das Wachs vor dem Brennen des Mantels langsam ausschmelzen, so dafs die ganze Gestalt der Wachsabgüsse im Mantel zurückbleibt und beim Giefsen mit Eisen ausgefüllt wird. Wenn aber die Menge der Verzierungen sehr grofs ist, oder wenn die darzustellenden Flächen eine unter so verschiedenen Winkeln gegen einander geneigte Lage haben, oder wenn unter den erhaben hervortretenden Theilen wieder Vertiefungen vorkommen, welche von den erhabenen Theilen theilweise und übergreifend bedeckt werden: so würde es unmöglich sein, den Mantel von der Eisenstärke abzuziehen, ohne die Wachsformen zu zerstören. Dann mufs die ganze Eisenstärke aus Wachs gebildet werden. Der Kern wird in diesem Falle mit den Wachsabdrücken belegt, so dafs die einzelnen Wachstafeln ein zusammenhängendes Ganzes bilden, wobei die Fugen, welche die einzelnen Wachsplatten beim Zusammenlegen oder Aneinanderstofsen bilden, so verstrichen werden müssen, dafs von ihnen nichts sichtbar bleibt. Ist auf solche Art die ganze abzugiefsende Gestalt des Gufswerks in Wachs gebildet, so wird die Eisenstärke (das Wachs) mit dem feinsten geschlämmten Thon, dem etwas möglichst fein und zu Pulver zerriebener und durchgestäubter Graphit beigemengt ist, überpinselt. Diefs Ueberstreichen wird nach dem jedesmaligen Trocknen zehn- bis funfzehnmal wiederholt, und endlich eine etwas stärkere Lage von Thon, der mit Haaren locker gemacht ist, zum Mantel gegeben, wobei die Befestigung des Mantels nicht vergessen werden darf. Untergearbeitete Stellen werden vorsichtig mit der Thonmasse ausgefüllt und mit der Masse des Mantels in Verbindung gesetzt. Weil der Mantel weder abgezogen, noch abgehoben, sondern das die Eisenstärke bildende Wachs ausgeschmolzen wird, so mufs dafür gesorgt sein, dafs das schmelzende Wachs am Boden der Form auslaufen kann und dort aufgefangen wird. Diese Ableitungskanäle werden

demnächst sorgfältig verstopft, nämlich mit gebrannten Thonstöpseln ausgefüllt und verklebt, die Form mit grofser Vorsicht und bei langsam steigender Hitze, durch Umgebung mit glühenden Holzkohlen, sehr stark getrocknet, dann eingedämmt und abgegossen.

Weil mit diesen Formen sehr behutsam umgegangen werden mufs, und weil sie auch nicht einmal ein starkes Brennen vertragen, indem durch starkes Schwinden und durch Risse leicht fehlerhafte Güsse entstehen können: so mufs der Kern vor dem Auftragen der Eisenstärke oder des Wachses schon gebrannt sein. Was dann noch an der Eisenstärke fehlt, um bei Statüen das richtige Verhältnifs derselben überall hervorzubringen, sucht man durch Wachs, welches unter die Wachstafeln gelegt wird, in denen sich die Abdrücke oder die eigentliche Form befindet, zu ergänzen. Die Ueberzüge, die den Mantel bilden, müssen immer sehr schwach gemacht werden und lange trocknen, damit nicht viel Feuchtigkeit zurückbleibt.

Die Formen, in denen sich die Abdrücke zu den Statüen oder Verzierungen befinden, welche in Eisen gegossen werden sollen, sind in Gyps gearbeitet. Die Anfertigung dieser Formen ist ein Gegenstand für den Bildhauer oder für den Modelleur, dem es auch in der Regel überlassen wird, die Wachsabgüsse aus diesen Formen zu nehmen, und die aus den einzelnen Gypsformen erhaltenen Wachsabgüsse, welche zusammen ein Ganzes bilden sollen, auf den Kern auftragen zu können. Das Auftragen der Wachsmodelle auf den Kern erfordert deshalb Genauigkeit, Gewandtheit und Geschicklichkeit, weil die Wachsformen oft aus vielen kleinen Theilen bestehen, welche an einander gefügt werden müssen, ohne dafs das Verhältnifs des darzustellenden Ganzen zu dem einzelnen Theile leidet oder gegen das nachzubildende Original verändert wird.

Eine andere Art der Kunstförmerei ist von der eben beschriebenen wesentlich verschieden. Sie wird jetzt zum Giefsen kleinerer sowohl als kolossaler Statüen angewendet und ist eigentlich eine Art von Kastenförmerei, indem man sich eines fertigen Modelles (von Metall, Holz, Gyps, Thon oder Wachs), ferner einer sehr feinen Masse, welche die Eindrücke von dem Modell annehmen und die eigentliche Form bilden soll, und endlich der gewöhnlichen Masse zur Bildung des Kerns bedient. Von der Kastenförmerei unterscheidet sich diese Art der Kunstförmerei dadurch, dafs nach Umständen bald das Modell selbst oft aus sehr vielen einzelnen Theilen besteht, welche über dem Kern zusammengesetzt und einzeln aus der Formmasse ausgehoben werden, oder dafs das Modell ungetheilt, die Formmasse aber, welche die äufsere Form oder den Mantel bildet, aus vielen einzelnen Stücken zusammengesetzt ist, welche demnächst wieder zusammengesetzt werden, oder — welches am häufigsten der Fall ist — dafs sowohl das

Modell, als auch der Mantel aus vielen einzelnen Stücken zusammengesetzt werden, wie es die Beschaffenheit des Gufsstücks mit sich bringt. Es kommt nämlich darauf an, den Mantel aus so vielen einzelnen Stücken bestehen zu lassen, als erforderlich sind, damit diese einzelnen Theile des Mantels von dem Modell abgehoben oder abgezogen werden können, damit sie beim Zusammensetzen, nach der Wegnahme des Modells, die ganze Gestalt desselben genau und treu darstellen. Das Einformen geschieht in gewöhnliche Formkästen; indefs erfordert es oft eine grofse Ueberlegung und eine grofse Gewandtheit von Seiten des Förmers, die einzelnen Theile des Mantels zu bilden und zusammenzusetzen und dem Kern eine solche Gestalt zu geben, dafs die Metallstärke des Gufsstücks nicht zu ungleich ausfällt. Besonders erfordert das Bilden der untergearbeiteten Räume, welche durch eingelegte und oft schwierig zu befestigende Massenstücken hervorgebracht werden, eine grofse Uebung. Sind die einzelnen Theile des Mantels über dem Modell wieder zusammengesetzt, so werden erst die Kästen über dem Mantel mit Formsand vollgestopft, alsdann von dem Mantel abgehoben, dessen einzelne Theile nun stückweise von dem Modell weggenommen und in der Hauptform in dem Kasten wieder zusammengesetzt werden. Das Modell kann erst weggenommen werden, wenn der ganze Mantel stückweise abgehoben und in der Hauptform in den Kasten wieder eingesetzt ist. — An den Stellen, wo die Form aus Theilen zusammengesetzt ist, bilden sich, auch bei der gröfsten Geschicklichkeit des Förmers, schwache Gufsnähte, welche durch Schleifen, Feilen und Ciseliren weggeschafft werden müssen.

Grofse Statüen, Gruppen u. s. f. werden jetzt selten mehr aus einem Stück und aus einem Gufs angefertigt.

In der Regel werden die Köpfe, Arme, Hände, Gewänder oder andere von der Hauptmasse des Gufsstücks entfernte und weit abstehende Theile einzeln gegossen und mittels versteckter Schrauben und Niethen befestigt, worauf das Ciseliren oder Nacharbeiten des oft aus vielen Theilen zusammengesetzten Gufsstücks erfolgen mufs.

Vollendung der Gufswaaren.

Die Gufswaaren sind so, wie sie aus der Hand des Förmers kommen, noch nicht als vollendet anzusehen. Auch bei der sorgfältigsten Behandlung der Formen lassen sich kleine Nähte auf den Stellen, wo die Modelle getheilt sind, beim Sandgufs nicht vermeiden. Aufserdem brennt die Formmasse mehr oder weniger an und setzt sich zum Theil in die Oberfläche des Eisens, wodurch die Gufswaaren rauhe Flächen erhalten. Die Darstellung möglichst glatter Flächen sollte zwar durch gute Formmassen immer

bewirkt werden können, indefs läfst sich ein untadelhafter Gufs bei mittelmäfsigem Material nicht erreichen. Endlich müssen auch die Stellen, an denen die Eingüsse bei den Gufswaaren angebracht sind, mit Sorgfalt nachgesehen und alle Unebenheiten weggearbeitet werden. Diefs ist das Geschäft der Gufswaarenputzer. Das Putzen der Gufswaaren geschieht theils mit Meifseln und leichten Spitzhämmern, mit denen die Nähte und die stehen gebliebenen Erhabenheiten von den Eingüssen weggeschafft werden, theils mit groben Feilen, um die eingebrannte Formmasse von den Theilen zu entfernen, wo man die Flächen mit Sandstein nicht abreiben kann. Als Feilen bedient man sich zum ersten Abreiben der Formmasse gegossener eiserner Stäbe, welche das Ansehen von gezähnten Stangen haben.

Bei manchen Gufswaaren wird noch eine weitere Bearbeitung als die des Putzens erforderlich. Aus einzelnen Gufsstücken zusammengesetzte Sachen, z. B. Gitter, Brückenbögen, Röhrenleitungen, Maschinentheile, müssen vor der Ablieferung genau zusammengepafst und zusammengesetzt werden. Je weniger die Gufswaaren beim Zusammenpassen mit dem Meifsel oder mit der Feile nachgearbeitet werden dürfen, desto vollkommener ist die Giefserei zu nennen; wo aber ein wirkliches Beschlagen mit eisernen Bändern oder eine Zusammenfügung einzelner Theile durch Schlosserarbeit nöthig wird, da mufs das Eisen weich genug sein, sich feilen und bohren zu lassen. Das Bohren der Löcher zum Einbringen von geschmiedeten Schrauben oder Niethen ist eine einfache Arbeit und geht vermittelst eines meifselartig construirten stählernen Bohrers, der durch eine einfache Maschinerie gegen das Gufseisen gedrückt wird, während der Arbeiter ihn mit einer Handhabe schnell umdreht, leicht von Statten, wenn das Eisen weich und grau ist.

Nicht allein wegen der Sprödigkeit des weifsen Roheisens, wodurch es so wenig Haltbarkeit zu den meisten Gufswaaren besitzt, dafs diese oft schon durch die geringste Temperaturveränderung oder doch durch sehr leichte Stöfse und Schläge augenblicklich zerspringen, — sondern vorzüglich wegen der Unmöglichkeit, das harte weifse Roheisen mit der Feile und mit dem Bohrer zu bearbeiten, ist Réaumur sehr bemüht gewesen, ein Verfahren auszumitteln, dem weifsen Roheisen durch Glühen mehr Haltbarkeit und Weichheit mitzutheilen. Er fand, dafs die Gufswaaren durch Glühen zwischen Kohlenstaub und Knochenasche oder zwischen gepulvertem Kalk weicher und haltbarer wurden, und schlug diefs Mittel zur Vervollkommnung der Giefsereien vor. Die Anwendung von gutem gaaren Eisen und von möglichst trockenen Formen reicht auch wirklich bei dünnen Gufsstücken nicht hin, die durch das Abschrecken beim plötzlichen Erstarren entstehende Sprödigkeit zu verhüten, weshalb das Ausglühen der Gufswaaren in verschlosse-

nen Gefäfsen zwischen einem Gemenge von Kohlenstaub und Knochenasche, oder das Tempern, ein ganz vorzügliches und empfehlenswerthes Mittel ist, den Gufswaaren Festigkeit und selbst Geschmeidigkeit mitzutheilen. Die aus weifsem oder abgeschrecktem grauen Roheisen angefertigten Gufswaaren bekommen durch das Glühen mit lockeren Substanzen (Asche, Kuhmist und Lehm, Kohlenstaub, Sand u. s. f.) eine weiche und oft geschmeidige Beschaffenheit; allein, wenn die Wirkung der Hitze das ganze Stück durchdringen, also für die weitere Bearbeitung der Gufswaaren von Erfolg sein soll, so dürfen die Stücken nicht zu dick sein und das Ausglühen mufs mindestens 24 Stunden lang fortgesetzt werden. Bei dünnen Gufswaaren, welche durch das Abschrecken in der Form spröde geworden sind und denen man mehr Haltbarkeit und die Fähigkeit sie zu befeilen mittheilen will, ist das Tempern jederzeit nothwendig. Alle solche kleineren Gufswaaren, die einer ferneren Bearbeitung unterliegen sollen, müssen aus grauem Roheisen, welches beim Giefsen in den Formen leicht abschreckt und weifs wird, gegossen und dann getempert werden, indem sich das graue Roheisen zum Tempern nicht eignet. Man hat in der neuern Zeit aus Roheisen gegossene Arbeiten dargestellt, welche man früher nur aus geschmeidigem und biegsamem Stabeisen darstellen zu können glaubte, und das Gufseisen hat durch das Tempern seine Natur so verändert, dafs man nicht selten darüber in Zweifel gerathen könnte, ob man eine gegossene oder geschmiedete Waare vor sich habe. Bis jetzt ist es jedoch noch nicht gelungen, andere gufseiserne Gegenstände als solche von des Stärke einiger Linien in den Zustand des geschmeidigen Eisens zu versetzen. Auf mehreren Giefsereien in England findet man schon sehr ins Grofse gehende Einrichtungen zum Tempern der kleinen Gufswaaren. Die Gufswaaren werden mit dem zum Tempern bestimmten Material in gegossene eiserne Kapseln gebracht, welche auf eisernen Wagen in den Ofen geschoben und in 24 Stunden aus demselben wieder herausgezogen werden. So werden in England eiserne Kochgeschirre nach dem Gufs getempert, dann abgedreht und verzinnt. Die gute Verzinnung ist von der mehr oder weniger vollkommenen Umänderung des spröden Roheisens in den geschmeidigen, stabeisenartigen Zustand abhängig. Sonst werden auch Hufeisen, Nägel, grobe Messer, Gabeln u. s. f. nach dem Gufs getempert und sind von den geschmiedeten, wenigstens hinsichtlich ihrer Festigkeit und Geschmeidigkeit, nicht zu unterscheiden.

Das Schleifen der Gufswaaren erfordert nur wenig Vorrichtungen, nämlich einen gewöhnlichen Schleifstein, welcher am besten durch Wasserkraft betrieben wird. Ambossen, Bügeleisen u. s. f. ertheilt man auf dem Schleifstein glatte Flächen, und oft ist es auch thunlich, Eingüsse, Nähte u. s. f. wegzuschleifen, wodurch die Gufswaaren ein gefälligeres Ansehen

erhalten. — Ganz ebene Flächen würden selbst auf Schleifsteinen mit horizontaler Bewegung nicht geschliffen werden können; indefs hat man sich, in Ermangelung besserer Vorrichtungen, lange damit begnügen, auch allenfalls durch Befeilen nachhelfen müssen. Später wendete man die Eisenhobelmaschine an, durch welche sich ganz ebene horizontale und unter bestimmten Winkeln geneigte Flächen darstellen lassen.

Gegossenen Kartätschenkugeln und kleinen Kanonenkugeln ertheilt man dadurch einige Politur, dafs man sie in eine hölzerne, mit eisernen Bändern befestigte Tonne oder in eine sogenannte Trommel bringt und dieselbe um ihre Axe dreht, wodurch sich die Kugeln gegen einander abreiben. Die Bewegung der Trommel mufs aus bekannten Gründen nicht zu schnell, auch darf sie nicht zu sehr mit Kugeln angefüllt sein.

Zum Ausbohren der Gufswaaren dienen stählerne Schneiden, welche in einen Bohrkolben eingesetzt sind. Gute Schneiden erfordern guten Stahl, sachkundige Bearbeitung und richtige Beurtheilung der Temperatur zum Schmieden und Härten des Stahls. Der Bohrkolben erhält mit Einschlufs der hervorragenden Bohrschneiden den Durchmesser, den das auszubohrende Gufsstück bekommen soll. In manchen Fällen wendet man mehrere Sätze von Bohrern an, bohrt mit einem Satz erst vor, und wenn das ganze Stück durchgebohrt ist, nimmt man den zweiten Satz oder den sogenannten Schlichtbohrer zum Schlichten oder völligen Calibriren der Oeffnung. Ein solches Verfahren findet auch beim Ausbohren der Geschütze statt.

Die Vorrichtungen zum Ausbohren der Gufswaaren sind verschieden. Es mufs beim Bohren eine doppelte Bewegung, nämlich eine Axenbewegung und eine Längenbewegung, stattfinden. Zuweilen giebt man der auszubohrenden Gufswaare die Längenbewegung und läfst den Bohrer sich um seine Axe drehen. Diefs findet z. B. beim Ausbohren von dünnen Röhren statt. Der Bohrkolben ist im Mittelpunkt der bewegenden Kraft oder des Bohrrades befestigt und macht die vorgeschriebene Anzahl von Umdrehungen. Die auszubohrende Röhre ist auf einem Schlitten dergestalt befestigt, dafs sie nach keiner Seite ausweichen oder sich verrücken kann, dafs aber die Axe derselben mit der Axe des Bohrkolbens oder mit dem Mittelpunkt der Axenbewegung der Bohrers genau in einer geraden und horizontalen Linie liegt. Der Schlitten, worauf die Röhre gelegt ist, läuft auf vollkommen horizontalen eisernen Strafsschienen, wird mit Gewichten gegen den Bohrer gedrückt und schiebt auf diese Art die Röhre in dem Verhältnifs weiter gegen den Bohrer oder diesen in die Röhre hinein, als der Bohrer keinen Widerstand mehr findet, welches so lange fortgeht, bis der Bohrer an dem entgegengesetzten Ende der Röhre zum Vorschein kommt.

Bei schweren Sachen, z. B. bei eisernen Geschützen, wird umgekehrt verfahren, indem man das Geschütz mit einem an der Traube befindlichen eisernen Zapfen (welcher daher auch immer mit angegossen werden mufs und erst nach der gänzlichen Vollendung des Geschützes weggearbeitet wird) an die Bohrscheibe oder an das Bohrrad befestigt und dadurch dem auszubohrenden Geschütz die Axenbewegung giebt. Die zu bohrenden Gegenstände müssen hierbei aber sorgfältig unterstützt werden, damit sie nicht aus der horizontalen Linie weichen und sich auch nicht verrücken. Der Bohrkolben mit den Bohrschneiden, welcher die Längenbewegung macht, ist auf einem besonderen, mit dem Schlitten in Verbindung gesetzten Bohrgerüst befestigt, und seine Axenlinie mufs mit der Axe des auszubohrenden Stückes genau in eine gerade und horizontale Linie fallen. Durch den Druck, welchen der Schlitten vermittelst eines angebrachten Gewichts nach der Richtung gegen den auszubohrenden Körper erhält, wird auch der auf dem Schlitten befindliche Bohrkolben gegen das sich um seine Axe drehende Geschütz gedrückt und dadurch das immer tiefere Eindringen des Bohrers bewerkstelligt. Die Bohrstangen, an denen die Bohrkolben und Schneiden befestigt sind, müssen daher **wenigstens** die Länge der auszubohrenden Gufswaaren erhalten.

Die Bohrschneiden sind vorn, wo sie zuerst ins Eisen greifen, immer etwas abgerundet, damit sie nicht ausbrechen und einen leichtern Angriff auf das Eisen machen. Die Befestigung der Bohrer oder der auszubohrenden Sachen an die Bohrscheibe ist oft schwierig und erfordert viel Genauigkeit; noch mehr aber das sorgfältige Richten der Bohrstangen und der auszubohrenden Gufswaaren gegen einander. Der Schlitten mufs genau gearbeitet sein; die Lager, auf denen die Strafsschienen für den Schlitten liegen, müssen eine vollkommen horizontale Lage haben, und überhaupt mufs bei der ganzen Maschinerie alles Schwanken möglichst vermieden werden.

Die Geschwindigkeit der Umdrehungen richtet sich oft nach der Beschaffenheit des Stahls zu den Bohrschneiden und nach der des Roheisens, aus welchem die auszubohrende Gufswaare besteht. Je stärker und härter der Stahl ist, desto weniger wird er durch Erhitzung weich, und je grauer das Roheisen ist, desto geringer ist der Widerstand, den es den Bohrschneiden entgegensetzt. Auch das in Flammöfen umgeschmolzene graue Roheisen läfst sich gut bohren. Wenn eine starke Erhitzung eintritt, so versagen die Bohrschneiden ihren Dienst.

Auch die Dicke der Bohrschneiden ist sehr zu berücksichtigen. Obgleich die Schneide den auszubohrenden Körper nur in einer Linie berührt, so mufs die Schneide doch dick genug sein, um den Widerstand des Drucks beim Bohren zu leisten. Zu dicke Schneiden gestatten aber keine vortheilhafte Härtung, weshalb es rathsam ist, die Schneiden so dünn als möglich

zu machen, und sie so weit, als es nur des Angriffs wegen geschehen kann, in den Bohrkolben hineinzusetzen. Bei sehr dünnen Sachen werden die Schneiden nicht an einem Bohrkolben, sondern unmittelbar an die Bohrstange eingesetzt, welche zu diesem Ende mit einem Schlitz versehen ist, in welchen die Schneide eingekeilt wird.

Zum Ausbohren sehr grofser Sachen, z. B. grofser Cylinder, denen man weder eine Längen-, noch eine Axenbewegung mit Bequemlichkeit geben kann, ohne befürchten zu müssen, dafs durch die geringste Ausweichung von der Axenlinie, wegen des grofsen Durchmessers, eine zu grofse Abweichung in der Concentricität entstehen würde, sind andere Vorkehrungen erforderlich. Der auszubohrende Cylinder wird nämlich über eine mit einer Rinne oder einem Falz versehene Bohrstange geschoben und auf einer unbeweglichen Unterlage mit Ketten und Stricken dergestalt befestigt, dafs er nach keiner Seite ausweichen, sondern unerschütterlich liegen bleiben mufs. Die Axenlinie der Bohrstange mufs mit der des Cylinders vollkommen übereinkommen, oder die Axenlinie des letztern mufs mit der der Bohrstange in einer und derselben Horizontale zusammenfallen. Die Bohrstange ist auf der einen Seite im Mittelpunkt der Scheibe des Bohrrades befestigt, auf der andern Seite ruht sie auf einer festen Unterlage, jedoch so, dafs sie sich ungehindert um ihre Axe drehen kann. Der Bohrkolben, welcher die Gestalt eines mit einem Radkranz versehenen Rades hat, an dessen Peripherie 4, 6 und mehrere Schneiden eingesetzt werden, wird mit seinem Kranz auf die Bohrstange geschoben und durch einen eisernen Zahn, welcher in den Falz der Bohrstange greift, so genau befestigt, dafs der Kolben die Kreisbewegung der Bohrstange nothwendig mitmachen mufs. Die Längenbewegung wird dem Kolben dadurch ertheilt, dafs dem Kranze desselben ein aufgebogener Rand gegeben wird, in welchen ein Halseisen einpafst, welches zwar die Axenbewegung des Bohrkolbens ungehindert gestattet, aber dem Kolben auch zugleich eine Längenbewegung giebt, wenn es selbst, vermittelst eines an diesem Halseisen angebrachten Gewichts, fortgezogen wird.

Zur Vereinfachung und zur mehreren Festigkeit hat man Muffen, welche ganz genau auf die Bohrstange passen und mit einer sorgfältig abgedrehten Rinne versehen sind, in welche das ausgebohrte Halseisen eingelegt werden mufs, so dafs sich die Muffe um das Halseisen bewegt und zugleich durch dasselbe eine Längenbewegung erhält. Die Bohrkolben werden dann nicht unmittelbar auf die Bohrwelle, sondern auf die Muffe geschoben, welche für alle Bohrkolben passend ist, vorausgesetzt, dafs die Kränze der letztern den Dimensionen der Muffe angemessen gemacht sind. Die Bohrkolben werden auf der Muffe festgekeilt, so wie diese mit der Bohrwelle vermittelst der Keile und des vorhin erwähnten Zahns, der in den Falz der Bohrstange und

der Muffe eingreift, fest verbunden wird. Die im Bohrkolben eingesetzten Schneiden erhalten daher durch die Verbindung mit der Bohrstange die Axenbewegung, und durch die Verbindung mit der Muffe, in welche das Halseisen eingreift, die Längenbewegung. Bei dieser Vorrichtung zum Ausbohren wird es besonders nothwendig, dafs der Cylinder unerschütterlich fest liegt, und dafs die Axenlinie desselben und der Bohrspindel oder der Bohrstange in eine einzige Linie zusammenfallen.

Aufser den eben erwähnten horizontalen Vorrichtungen zum Ausbohren der Gufswaaren giebt es noch senkrechte Bohrmaschinen, welche besonders beim Bohren der Geschütze angewendet werden. Die horizontalen Maschinen sind den vertikalen, wegen der Leichtigkeit des Aufbringens der Stücke, und wegen der gröfseren Vollkommenheit, mit welcher das Richten, folglich das Ausbohren selbst geschehen kann, vorzuziehen. Bei den vertikalen Bohrmaschinen hängt das auszubohrende Geschütz in einem beweglichen Schlitten und bewegt sich durch seine eigene Schwere gegen den senkrecht aufstehenden Bohrer. Bei dieser Vorrichtung erhält also das Geschütz die Längen- und der Bohrer die Axenbewegung.

Beim Abdrehen der Gufswaaren wird diesen immer die Axenbewegung und den Drehschneiden die Längenbewegung gegeben. Die abzudrehenden Sachen werden im Mittelpunkt der Scheiben des Rades befestigt, welches oft sehr mühsam ist und mehrere Vorrichtungen nöthig macht, damit sich das zu drehende Stück nicht verrücke. Die Drehschneiden sind in einen Drehständer eingesetzt, dessen Fufs an einem Schlitten befestigt ist, welcher sich auf eisernen Strafsschienen bewegt und durch Gewichte dergestalt fortgeschoben werden kann, dafs der auf ihm befestigte Drehständer mit seiner Drehschneide dadurch eine Längenbewegung gegen das um seine Axe sich drehende und abzudrehende Gufsstück erhält. Durch die Gröfse der an den Schlitten angehängten Gewichte wird die Gröfse des Drucks der Schneide gegen den abzudrehenden Körper in Rücksicht des langsameren oder schnelleren Fortschreitens der Schneide nach der Länge des abzudrehenden Stücks bestimmt. Um aber die Drehschneiden gegen die abzudrehende Gufswaare zu drücken und die Schneide gerade so weit eingreifen zu lassen, als es die Absicht ist, mufs sie entweder gegen den abzudrehenden Körper gekeilt werden, oder man hat eine Vorrichtung mit einer Schraube, durch welche der Druck der Schneide gegen das Eisen und die Tiefe, bis zu welcher dieselbe in das Eisen eindringen soll, genauer bestimmt werden kann.

Beim Abdrehen von harten Walzen ist der Grad der Härte sehr zu berücksichtigen. Je härter die Walze in der gufseisernen Kapsel geworden ist, also je stärker sich das Roheisen beim Gufs abgeschreckt hat, desto langsamer mufs die Umdrehung der Hartwalze beim Abdrehen erfolgen. Wenn

eine gut gehärtete Stahlschneide bei einigen Umdrehungen der Walze heifs und gleich darauf stumpf geworden ist, so mufs die Zahl der Umdrehungen der Walze vermindert werden. Mit dieser Verminderung der Zahl der Umgänge ist dann überhaupt so lange fortzufahren, bis eine gute harte Schneide den gehörigen Widerstand leistet. Man rechnet bei einer 14 Zoll im Durchmesser starken Hartwalze eine Umgangszeit von 30 Sekunden, wobei die Schneide bei einem mäfsigen Andrücken nicht erhitzt wird.

Was vorhin von den Bohrschneiden erwähnt ward, ist auch auf die Drehschneiden anzuwenden.

Dafs die Axe des abzudrehenden Stücks mit der Linie, welche der Schlitten beschreibt, also mit der Richtung der Strafsschienen, auf denen sich der Schlitten bewegt, vollkommen parallel laufen mufs, wenn das Eisen völlig cylindrisch abgedreht werden soll, bedarf keiner Erwähnung. Sollen aber conische und nach anderen Linien gekrümmte Sachen abgedreht werden, so mufs die Drehschneide gerade die Bewegung gegen das abzudrehende Eisen machen, welche erforderlich ist, um die verlangte Gestalt hervorzubringen.

Beim Abschneiden verlorener Köpfe u. s. f. hat die Schneide natürlich keine Längenbewegung, sondern sie wird immer stärker (entweder mit der Hand oder durch Schrauben mit angehängten Gewichten, welche gegen die Schneiden drücken) gegen das Eisen angedrückt.

Die fertig geputzten und bearbeiteten Gufswaaren werden häufig mit einem Ueberzuge oder mit einem Lack versehen, um sie gegen das Rosten zu schützen, besonders solche, die oft angefafst oder der Einwirkung der Witterung ausgesetzt werden.

Den feineren Gufswaaren, z. B. Medaillen und Verzierungen, giebt man einen Ueberzug von Leinölfirnifs, welcher den Gufswaaren durch beigemengten feinen Rufs nach dem Eintrocknen eine gute und recht haltbare schwarze Farbe mittheilt. Ein anderes Mittel, den kleineren und feiner gegossenen Sachen einen schwarzen Ueberzug zu geben, besteht darin, dafs man sie beinahe bis zum Anlaufen erhitzt, dann mit Firnifs bestreicht und so lange in der Anlaufhitze trocknet, bis der Firnifs vollständig zersetzt ist.

Gröbere Gufswaaren erhalten dadurch einen Ueberzug, dafs man sie mit erhitztem Theer (am besten mit Steinkohlentheer) überzieht und dann stark erwärmt, bis der Theer keine Dämpfe mehr entwickelt und auf der Oberfläche des Eisens eine schwarze Decke hinterläfst.

Gebohrte, gedrehte und geschliffene Sachen reibt man mit einer Salbe aus Schweinefett und fein gepulvertem Reifsblei ein, um sie gegen das Rosten zu schützen. Ein vortreffliches Mittel, um selbst die feinsten Gufswaaren gegen das Rosten zu schützen und dabei die natürliche Farbe des Eisens zu bewahren, besteht darin, dafs die Gufswaaren bis zu der Temperatur erwärmt

werden, in welcher das weifse Wachs flüssig wird. Man reibt das erwärmte Gufsstück mit weifsem Wachs ab und nimmt den schwachen Wachsüberzug mittels einer Bürste wieder weg. Das flüssige Wachs zieht sich in die Poren des Eisens, schützt dasselbe gegen den Rost und läfst die feinsten Gufseindrücke mit der natürlichen Eisenfarbe unversehrt.

Um Stubenöfen gegen das Rosten zu bewahren, läfst man sie, nachdem sie vorher geschliffen sind, braun ablaufen, oder man überzieht sie mit einer Auflösung von Kupfervitriol, um eine Bronzefarbe hervorzubringen. Dieser Ueberzug ist aber nicht haltbar.

Des Vergoldens, Versilberns, Verkupferns des Eisens ist schon im ersten Abschnitt gedacht. Das Gufseisen ist zu diesen Verfeinerungen weniger geschickt, als das geschmiedete Eisen und der Stahl; auch fällt der Metallüberzug auf Gufseisen immer schlecht aus. Unechte Vergoldungen und Versilberungen macht man mit Copalfirnifs und Blattgold oder Blattsilber.

Das Anlaufenlassen ist bei dem Gufseisen, wenn das Gufsstück nicht die Kosten des Schleifens und Polirens trägt, nicht üblich, weil der Anlauf auf Roheisen schlecht und ungleich ausfällt und nicht Schutz genug gegen den Rost gewährt.

Die gegossenen eisernen Kochgeschirre besitzen die unangenehme Eigenschaft, manche Speisen, welche darin gekocht werden, schwarz zu färben. Diefs Verhalten läfst sich dadurch in einem gewissen Grade heben, dafs man die Gefäfse vor dem Gebrauch mit Branntweingespüle oder mit dem Rückstand vom Branntweinbrennen auskocht, dann mit einem reinen Lappen ausreibt und zuerst einige Mal fette Sachen darin auskocht. Die Reinigung der Gefäfse nach dem jedesmaligen Gebrauch mufs ohne Kratzen und Schaben, blos durch Auswaschen mit Kleie, vermittelst eines reinen Lappens, geschehen, worauf sie mit heifsem Wasser ausgespült, ausgetrocknet und umgestürzt weggestellt werden.

Jenes Mittel ist indefs unzureichend, um die Angriffe der Speisen auf das Eisen und das Rosten desselben, besonders wenn die Gefäfse selten gebraucht werden, zu verhindern. Man überzieht die Gefäfse daher inwendig mit Zinn. Die Verzinnung auf Gufseisen ist schwierig, fällt schlecht aus und ist auch wenig haltbar, wenn das zu verzinnende Gufsstück nicht vorher durch Tempern seine roheisenartige Natur verloren hat und dann an den Stellen, welche einen Zinnüberzug erhalten sollen, abgedreht ist. Weifses Roheisen nimmt das Zinn wenig und das graue noch weniger an, weshalb sich nur das durch Abschrecken weniger grau, fast weifs gewordene graue Roheisen zum Giefsen der zu verzinnenden eisernen Gegenstände eignet. Wenn diese Gefäfse durch Tempern vorbereitet sind, so werden sie auf die weiter unten angegebene Weise verzinnt und erhalten dann eine um so dauer-

haftere Verzinnung, je vollständiger sie durch das Tempern in den geschmeidigen Zustand versetzt und durch Abdrehen gereinigt worden sind.

In Deutschland und in Frankreich wendet man das Verzinnen der gegossenen eisernen Gefäſse weniger an, ist aber desto mehr bemüht gewesen, denselben inwendig einen Ueberzug von Emaille zu geben, wodurch sie nicht allein gegen das Rosten geschützt werden, sondern auch den Einwirkungen schwacher Säuren gut widerstehen können. Das Emailliren der Guſswaaren ist ein nicht unbedeutender Gegenstand für Gieſsereien, weil die Anfertigung von Kochgeschirren häufig einen wichtigen Zweig für sie ausmacht.

Es fehlt nicht an Vorschriften zur Emaille; es kommt indeſs auf die Bestandtheile derselben nicht weniger an, als auf die Art, sie aufzutragen und einzubrennen. Die nothwendige Leichtflüssigkeit glaubte man der Glasur zur Emaille früher nur durch einen Zusatz von Mennige oder von Glätte ertheilen zu können, indem man voraussetzte, daſs sie in dem verglaseten Zustande, in welchem sie sich mit den übrigen Erden in der Emaille befinden, der Gesundheit nicht nachtheilig sein würden, wenn die mit bleihaltiger Emaille überzogenen Kochgeräthe zur Bereitung von Nahrungsmitteln angewendet werden. Eine strenge Gesundheitspolizei verwirft aber mit Recht eine solche Glasur, und man ist daher bemüht gewesen, Glasuren ohne einen Gehalt von Mennige oder von Bleiglätte zusammenzusetzen. Alle Emaille auf eisernen Guſswaaren, welche eine Glasur erhält, in welcher sich Bleioxyd befindet, ist nicht allein mit geringeren Schwierigkeiten einzubrennen, sondern auch haltbarer als die Emaille oder Glasur ohne Bleioxyd. Eine bleihaltende Emaille wird indeſs wenig geschätzt, theils weil sie niemals ein schönes weiſses Ansehen erhält, theils weil die Besorgniſs nicht ohne Grund ist, daſs der Bleigehalt der Glasur bei dem Gebrauch der Gefäſse der Gesundheit nachtheilig werden dürfte. Deshalb würde die bleioxydhaltende Glasur nur für Geräthe anwendbar sein, welche nicht zur Bereitung von Speisen angewendet werden.

Da die Emaille aus oxydirten Substanzen zusammengesetzt ist, so muſs sie an einer oxydirten Oberfläche leichter und stärker haften, als an einer ganz metallischen. Es würde daher zweckmäſsig sein, den zu emaillirenden Gefäſsen die Guſshaut zu lassen, mit welcher sie aus den Formen nach dem Guſs genommen werden, indem diese Guſshaut als eine mehr oder weniger oxydirte Oberfläche zu betrachten ist. Die Erfahrung zeigt auch, daſs die Guſshaut bei dem Emailliren der Gefäſse nicht allein nicht nachtheilig ist, sondern daſs die Emaille vielmehr an denjenigen Gefäſsen, welche ihre Guſshaut behalten haben, am dauerhaftesten und vollkommensten haftet. Solche Gefäſse werden vor dem Emailliren nur mit rauhem und festem Sandstein

trocken ausgescheuert, um den Schmutz und besonders den Kohlenstaub fortzuschaffen, der in den Poren und in den kleinen Vertiefungen der Oberfläche des Gufsstücks aus der angewendeten Formmasse zurückgeblieben ist. Die rein gescheuerten Gefäfse werden in trocknen und gegen Staub geschützten Räumen so lange aufbewahrt, bis sie emaillirt werden sollen.

Eine solche Vorbereitung ist jedoch nur bei den Gefäfsen genügend, die aus Roheisen angefertigt sind, welches die Eigenschaft besitzt, sich bei dem Giefsen in den Formen leicht abzuschrecken und eine, wenn auch nur ganz dünne, Oberfläche von weifsem Roheisen zu erhalten. Das bei Holzkohlen erblasene Roheisen besitzt diese Eigenschaft in der Regel wenigstens bis zu dem Grade, dafs sich die wenigen beim Erstarren an der Oberfläche ausgeschiedenen Graphitblättchen durch Reiben mit Sandsteinen entfernen lassen. Das bei Koaks im Hohofen erblasene und auch das bei Koaks im Cupolofen umgeschmolzene Roheisen schreckt sich beim Giefsen in Sandformen nicht bis zu dem Grade ab, dafs auf der Oberfläche eine Umänderung des grauen in weifses Roheisen stattfände. Bei diesem Roheisen kann daher der Graphit — welcher das vorzüglichste Hindernifs einer dauerhaften und gleichförmigen Emaillirung ist — durch das einfache Abreiben und Scheuern der Oberfläche nicht fortgeschafft werden, sondern die daraus angefertigten Gufswaaren müssen vor dem Emailliren nothwendig gebeizt werden. Zur Beize kann man sich zwar der gewöhnlichen Fruchtbeize (Essigsäure) bedienen; allein das wirksamste und reinlichste Beizmittel ist stark verdünnte Schwefelsäure. Die verdünnte Säure wird in grofse hölzerne Gefäfse gegossen, welche in einem mäfsig erwärmten Raum stehen. Die zu emaillirenden Gufswaaren bleiben etwa 24 Stunden lang in der Flüssigkeit liegen, werden zuerst in warmem und demnächst in kaltem Wasser abgespült, nachdem sie beim Herausnehmen aus der Beizflüssigkeit inwendig ausgewischt worden sind, und bleiben in reinem Wasser so lange aufbewahrt, bis sie emaillirt werden sollen. Nothwendig ist es indefs, sich mit der Arbeit so einzurichten, dafs die Gefäfse nicht lange im Wasser verweilen, sondern fast unmittelbar nach dem Auswischen und Abspülen zum Emailliren gegeben werden, damit die gebeizte und gereinigte Fläche nicht rostet.

Das Geschäft des Emaillirens erfordert verschiedene Vorrichtungen. Zum Zerkleinern der Materialien ist ein Stampf- oder Pochwerk oder auch ein Quetschwerk mit gegossenen eisernen Walzen erforderlich. Den höchsten Grad der mechanischen Zertheilung können die Materialien demnächst nur unter Mühlsteinen erhalten, indem sie auf einem Mühlwerke nafs gemahlen und in den Zustand des feinsten Schlammes versetzt werden müssen. Zu den Mühlsteinen wendet man Sandstein, Porphyr oder Granit an, von dem letzteren jedoch nur solche Varietäten, welche wenig Glimmer enthalten.

Zum Trocknen der Emaillemasse sowohl, als auch der zu emaillirenden Gefäſse, vor dem Einbrennen der Emaille, müssen Trocknenöfen vorhanden sein, welche aus einem Heerd von gegossenen eisernen Platten bestehen, die durch eine Feuerung von unten erwärmt werden. Ein Tiegelofen dient zum Schmelzen der Emaillemasse. Die Tiegel werden aus feuerfestem Thon angefertigt. Zum Einbrennen der Emaillemasse sind Muffelöfen von verschiedener Gröſse erforderlich. Die Muffeln bestehen aus einer gegossenen, eisernen Sohlplatte, welche einen muffelartig geformten, guſseisernen Aufsatz erhalten. Man setzt nämlich die Muffel lieber aus zwei Theilen zusammen, als daſs man sie aus einem Stück bestehen läſst, theils weil sie dann dem Springen weniger ausgesetzt sind, theils weil eine schadhaft gewordene Haube leicht ausgewechselt werden kann, ohne den Boden der Muffel verändern zu dürfen.

Als Feuerungsmaterial sind Steinkohlen, Holz oder Torf gleich anwendbar. Die Temperatur in den Muffelöfen braucht nicht gröſser zu sein als nöthig ist, um das Innere der Muffel in eine starke Rothglühhitze zu versetzen. Das Schmelzen der Grundmasse zur Emaille in den Tiegeln erfordert eine starke Weiſsglühhitze. Zum Schmelzen der Glasurmasse in den Tiegeln bedarf es gewöhnlich nur des höchsten Grades der Rothglühhitze.

Zum Emailliren der Guſswaaren ist eine doppelte Operation erforderlich. Die zu emaillirende Oberfläche muſs nämlich zuerst eine Bedeckung durch eine Masse — durch die sogenannte Grundmasse — erhalten, welche beim Einbrennen nur gefrittet, aber nicht in einen glasartigen Zustand versetzt wird. Da sich das Eisen in höheren Temperaturen ungleich stärker ausdehnt, als die aus oxydirten Substanzen bestehende Decke, welche das Email bildet, so würde das Abspringen der Decke bei jeder Veränderung der Temperatur zu befürchten sein, wenn sie in einem vollkommen geflossenen Zustande mit der Oberfläche des Eisens verbunden würde. Ist die Decke aber nur durch eine poröse Versinterung mit der Oberfläche des Metalles in Verbindung gesetzt, so können sich die aus der unvollkommenen Schmelzung, oder aus der Versinterung entsprungenen Zwischenräume, in der Masse der Decke zusammenziehen und wieder ausdehnen, wenn die Gefäſse erkalten oder wenn sie erhitzt werden, ohne ein Abspringen der Decke zu veranlassen. Eine solche poröse Decke würde indeſs der Absicht beim Emailliren nicht entsprechen, weshalb die Grundmasse mit einer zweiten Decke, nämlich mit einer leichtflüssigen Glasur versehen wird, welche schon bei der Rothglühhitze in einen völlig geflossenen, ganz verglaseten Zustand geräth und die verlangte glatte Oberfläche der emaillirten Metallwaaren bildet. Weil die Glasur nicht unmittelbar mit der Oberfläche des Metalles, sondern mit der Grundmasse in Verbindung steht, so kann sie einer bedeutenden Temperatur-

veränderung unterworfen werden, ohne durch schnelle und starke Ausdehnung und Zusammenziehung abzuspringen.

Jeder Emailleüberzug besteht aus der Grundmasse und aus der Glasur, und da die erstere das Zwischenmittel zur Bedeckung des Eisens mit der Glasur, oder das verbindende Mittel zwischen beiden sein soll, so darf sie nicht so leichtflüssig sein, dafs sie in der Rothglühhitze zu einem Glase schmelzt, aber auch nicht so strengflüssig, dafs sie schon Weifsglühhitze zum Zusammensintern, und dadurch zum Anhaften an der Oberfläche des Eisens, erfordert. Die Glasurmasse mufs dagegen schon in der Rothglühhitze in Flufs kommen und die Grundmasse mit einer vollkommen verglaseten Decke überziehen.

Die Grundmasse wird aus Kieselerde (Quarz), Feldspath, Borax und reinem Thon, in sehr verschiedenen Verhältnissen, zusammengesetzt. Die Zusammensetzung richtet sich zum Theil nach dem Verfahren bei der Bereitung und bei dem Auftragen der Grundmasse, theils aber auch danach, ob sie für sich allein aufgetragen, eingebrannt und dann erst mit der Glasur versehen wird, oder ob die Glasur auf die nicht eingebrannte Grundmasse gebracht wird, und Grundmasse und Glasur gleichzeitig eingebrannt werden. Im ersten Falle müssen die zu emaillirenden Gefäfse zweimal unter die Muffeln gebracht und eingebrannt werden; im letzten Fall ist kein doppeltes, sondern nur ein einfaches Einbrennen erforderlich. Die Ersparung an Zeit und Kosten, welche durch Umgehung des doppelten Einbrennens, nämlich des Versinterns der Grundmasse und der darauf folgenden Schmelzung der Glasur, erlangt wird, mufs der Vorzug gegeben werden.

Eben so wenig ist das Verfahren zu loben, die Grundmasse im ungeschmolzenen Zustande aufzutragen und dann unter der Muffel einzubrennen. Besser ist es, die gröfseren Kosten nicht zu scheuen, und die Grundmasse vorher zu schmelzen, ehe sie aufgetragen und eingebrannt wird.

Die Zusammensetzung der Glasur richtet sich zum Theil auch nach dem Verfahren, welches beim Auftragen der Grundmasse befolgt wird. Wenn diese zuerst geschmolzen und dann für sich allein aufgetragen und eingebrannt wird, so kann man eine leichtflüssigere Glasur anwenden, als wenn die Grundmasse im rohen, ungeschmolzenen Zustande aufgetragen und mit der Glasur gleichzeitig, oder auch erst für sich eingebrannt und dann mit der Glasur versehen und zum zweiten Mal unter die Muffel gebracht wird.

Am wenigsten anzurathen ist das Verfahren, die Grundmasse aus ihren Gemengtheilen zusammen zu setzen, dann roh und ungeschmolzen auf das zu emaillirende Gefäfs zu bringen, sogleich mit der Glasurmasse zu versehen und Grundmasse und Glasur gleichzeitig unter der Muffel einzubrennen.

Nicht viel vorzüglicher ist die Methode, die Grundmasse roh und unge-

schmolzen aufzutragen, einzubrennen, dann mit der Glasurmasse zu versehen und zum zweitenmal einzubrennen.

Die Grundmasse vor dem Auftragen zu schmelzen, nach erfolgtem Auftragen mit der Glasurmasse zu versehen und dann die Grund- und Glasurmasse gleichzeitig einzubrennen, ist auch kein Mittel, eine dauerhafte und haltbare Glasur zu erhalten. — Am mehrsten vorzuziehn ist das Verfahren, die Grundmasse sowohl als die Glasurmasse, vor ihrer Anwendung zu schmelzen, durch Pochen und Mahlen in gewöhnlicher Art vorzubereiten, dann die Grundmasse zuerst für sich allein einzubrennen und die eingebrannte Grundmasse mit der Glasur zu versehen, welche in der zweiten Einbrennhitze verglaset wird.

Das Auftragen der Grundmasse und der Glasur erfordert Uebung und Fertigkeit. Die zum feinsten Pulver zermahlenen Massen werden mit Wasser zur Consistenz eines dünnen Breies gebracht, welcher mit metallenen Löffeln in die zu emaillirenden Gefäfse geschüttet und durch Schwenken möglichst gleichförmig auf die ganze Oberfläche vertheilt wird. Wenn die Wände der Gefäfse überall mit der breiartigen Masse überzogen sind, kehrt man sie um, läfst die überflüssige Masse ablaufen und hilft durch Klopfen mit einem kleinen Hammer an den äufsern Wänden des Gefäfses an denjenigen Stellen nach, wo die Masse zufällig einen zu starken Ueberzug gebildet hat. Eine gleiche Stärke der breiartigen Masse auf der ganzen Oberfläche ist eine wesentliche Bedingung, um eine glatte, pacellenartige Fläche nach dem Einbrennen zu erhalten. Wenn nur mit einem Feuer eingebrannt wird, so wird die noch feuchte Grundmasse mit der Glasur bestäubt. Aber das Aufpudern der Glasur giebt nicht allein eine wenig haltbare, sondern auch eine fleckige, streifige und wolkige Oberfläche. Bei dem doppelten Einbrennen werden die mit der eingebrannten Grundmasse schon versehenen Gefäfse mit heifsem Wasser ausgeschwenkt und dann die Glasurmasse in derselben Art wie die Grundmasse auf die Oberfläche der letztern aufgetragen.

Der dünne Brei, in welchem die Grundmasse oder die Glasurmasse schwebend erhalten wird, mufs stets eine Temperatur von etwa 30 Grad behalten, auch müssen die Gefäfse immer in eben dieser Temperatur erhalten werden, damit die Masse bald antrocknet und das Wasser schnell verdampft. Vor dem Einbrennen müssen die Gefäfse im Trocknenofen vollkommen ausgetrocknet sein, weil durch das Entweichen der Wasserdämpfe unter der Muffel Risse, Sprünge oder ein gänzliches Ablösen der aufgetragenen Masse veranlafst werden würde.

Ein Zusatz von Bleioxyd (Glätte oder auch Mennige) zur Glasurmasse, giebt die haltbarste und eine recht glatt geflossene Glasur; allein sie ist bei Kochgeschirren nicht anwendbar und besitzt auch niemals die weifse Farbe,

welche von einer schönen Glasur verlangt wird. Eine satte weifse Farbe kann die Glasur nur durch einen Zusatz von einem stark deckenden Metalloxyd erhalten, wozu das Zinnoxyd gute Dienste leistet. Man bereitet dasselbe sehr leicht aus regulinischem Zinn, durch Oxydation desselben unter einer thönernen Muffel, bei Luftzutritt und in einer schwachen Rothglühhitze. Das Oxyd wird mittels einer eisernen Kratze fortwährend abgezogen. Hat man eine hinreichende Quantität bereitet, so wird es abermals, und in einer etwas stärkeren Hitze, unter der Muffel bei ununterbrochenem Umrühren geröstet, wodurch es eine weifse Farbe erhält. Das fein zertheilte Oxyd mufs dann vor der weitern Anwendung durch ein feines Metallsieb gesiebt werden.

Der Quarz und der Feldspath, welche für die Grundmasse oder für die Glasurmasse angewendet werden, müssen zuerst durch Brennen mürber gemacht, dann unter das Pochwerk oder unter ein Walzen-Quetschwerk gebracht, gesiebt und demnächst auf der Mühle gemahlen werden.

Eine gute Grundmasse für die Emaille erhält man durch das Zusammenschmelzen von 10 Theilen (calcinirtem und fein gesiebtem oder auch gemahlenem) Quarz und von 6 Theilen rohem Borax. — Oder auch von 6 Theilen Quarz, 6 Theilen Feldspath und 5 Theilen Borax. — Oder auch von 6 Theilen Quarz, 6 Theilen Feldspath, 3 Theilen calcinirtem kohlensauren Natron und 3 Theilen Borax. — Diese Gemenge werden in feuerfesten Thontiegeln in sehr starker Weifsglühhitze geschmolzen, oder wenigstens in einen zähflüssigen Zustand versetzt. Nach dem Erkalten wird die Masse zerschlagen, von der etwa anhängenden Tiegelmasse befreit, zerstampft, gesiebt und dann mit dem gleich anzuführendem Zusatz unter den Mühlsteinen nafs gemahlen. 60 Gewichtstheile von der gesiebten Masse werden nämlich mit 10 Theilen reinem, weifsem, fein geschlämmten Thon und mit 5 Theilen fein gesiebtem Feldspath gemengt, und 75 Pfund von diesem Gemenge mit 4 Kubikfufs Wasser verdünnt zum Vermahlen auf das Mühlwerk gegeben. Die auf diese Art erhaltene zähflüssige Masse wird, unter beständig fortgesetztem Umrühren, einige Mal aufgekocht und dann sogleich zum Auftragen der zu emaillirenden Gefäfse angewendet. Nach dem erfolgten Trocknen auf dem Trockenheerde, — wozu mehrere Stunden erforderlich sind, — erfolgt das Einbrennen unter der Muffel bei starker Rothglühhitze und unter häufigem Wenden und Drehen der Gefäfse.

Die eingebrannten Gefäfse werden nach dem Erkalten in heifses Wasser getaucht, mit der Glasurmasse getränkt, in anhaltender Wärme auf dem Trockenheerde getrocknet nnd erst, nachdem sie vollkommen getrocknet sind, zum Einbrennen bei nicht sehr starker Rothglühhitze, zu den Muffelöfen abgegeben. Die äufsern Flächen der emaillirten Gefäfse versieht man mit einem schwarzen Anstrich, welcher gewöhnlich aus Steinkohlentheer besteht, der auf

dem erhitzten Gefäfs vollständig verdampfen und eintrocknen mufs. Man kann ihn auch abbrennen lassen.

Auch für die Glasurmasse hat man verschiedene Zusammensetzungen in Vorschlag gebracht. Eine gute Glasurmasse besteht aus einem Gemenge von 44 Theilen calcinirtem und gesiebtem Feldspath, von 16 Theilen calcinirtem kohlensauren Natron, von 30 Theilen rohem Borax, von 8 Theilen Zinnoxyd und von 2 Theilen Salpeter. Diefs Gemenge wird in Tiegeln geschmolzen, die in der Mitte des Bodens ein kreisförmiges, etwa $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser weites, Loch erhalten, aus welchem die Masse, in dem Verhältnifs, wie sie flüssig wird, unter dem Rost in zähen Strömen ausfliefst und in einem im Aschenfall aufgestellten Gefäfs aufgefangen wird. Die Schmelzung kann ununterbrochen fortgehen, indem der Tiegel immer wieder mit neuem Gemenge angefüllt wird.

Das Durchlafsschmelzen ist deshalb anzurathen, damit das specifisch schwere Zinnoxyd in der ganzen Masse gleichförmiger vertheilt bleibt, welches nicht der Fall sein würde, wenn die Masse, während sie flüssig wird, nicht abfliefsen könnte, sondern im Tiegel zurückbliebe, bis der ganze Inhalt desselben geschmolzen ist.

Die geschmolzene Masse wird gepocht, gesiebt, trocken zu dem feinsten Pulver gemahlen und bei dem Gebrauch mit so viel heifsem Wasser versetzt, dafs sie einen breiartigen Zustand erhält. Nur wenn die Glasur mit der Grundmasse zugleich eingebrannt, also auf die aufgetragene, noch feuchte Grundmasse aufgepudert wird, bedarf es natürlich nicht des Versetzens mit Wasser.

Bei dem bereits weiter oben erwähnten Verzinnen gufseiserner Gefäfse wird folgendermaafsen verfahren. — Die Gefäfse werden möglichst schwach, aus grauem Roheisen, durch Umschmelzen in Kupolöfen erhalten, in Sandformen gegossen und demnächst in einem gewölbten Ofen zwischen zerkleinerten Koaks geglüht, nicht blos um ihnen durch das Adouciren eine gröfsere Festigkeit zu geben, sondern um sie auch zur Aufnahme des Zinnes geeigneter zu machen. Nach dem Ausglühen, welches bei Rothglühhitze geschieht und etwa 24 Stunden lang fortgesetzt wird, werden die Gefäfse inwendig abgedreht, um das Zinn demnächst gleichförmiger aufzunehmen. Von der Wahl des Roheisens ist die gute Verzinnung ungemein abhängig. Das Roheisen mufs dünn fliefsen und bei einem nicht zu gaaren Gange des Ofens dargestellt sein, weil sonst poröse — mit Graphitblättchen ausgefüllte — Stellen entstehen, die bei dem Ausdrehen nicht wegzubringen sind und welche das Zinn entweder gar nicht, oder nur theilweise und unvollkommen aufnehmen. Zum Verzinnen wird reines Zinn angewendet, welches in einer verhältnifsmäfsig grofsen und flachen Zinnpfanne, die über einem Kohlenbecken

angebracht ist, im geschmolzenen Zustande erhalten wird. Die Temperatur des geschmolzenen Zinnes darf nicht die Höhe erlangen, bei welcher die Oberfläche gelb oder gar blau angelaufen erscheint, sondern sie mufs während des Verzinnens immer eine silberweifse Farbe behalten. Die abgedrehten Gefäfse müssen in einem trocknen Raum und in einem ganz gereinigten Zustande aufbewahrt werden, damit sie nicht Rostflecke erhalten. Vor dem Verzinnen werden einige Gefäfse immer so weit angewärmt, dafs sie das Zinn bei dem Eintauchen in die Zinnpfanne nicht zu sehr abkühlen. Niemals mufs die Hitze bei dem Anwärmen bis zu dem Grade gesteigert sein, dafs die Gefäfse gelb oder blau anlaufen, weil sie dann kein Zinn annehmen würden. Sind die Gefäfse zu kalt, so setzt sich das Zinn, bei dem Eintauchen in die Pfanne, zwar sehr dick und stark an, aber es findet keine innige Verbindung zwischen dem Zinn und dem Eisen statt, so dafs man genöthigt ist, das Gefäfs so lange in die Zinnpfanne zu lassen, bis es die Temperatur des geschmolzenen Zinnes angenommen hat. Das Auftragen des Zinnes geschieht mittels eines 2 Zoll starken Korkpfropfens, welcher an einer kleinen Zange befestigt ist. Man schöpft — je nach der Gröfse des zu verzinnenden Gefäfses — 2 bis 6 Loth Zinn aus der Pfanne in das Gefäfs, streut sogleich etwas gepulverten Salmiak darauf und reibt mittels des Korkpfropfens das flüssige Zinn mit dem Salmiakpulver stark gegen die Wandungen des Gefäfses. Das Zinn verbindet sich dann zwar sogleich mit der Eisenfläche, bildet aber noch keinen gleichförmigen Spiegel, sondern haftet unregelmäfsig und in ungleicher Stärke an verschiedenen Stellen. Das Gefäfs wird daher sogleich in das fliefsende Zinn getaucht und beim Herausziehen nimmt man zugleich so viel flüssiges Zinn mit auf, dafs es in dem Gefäfs nach allen Richtungen umhergeschwenkt werden kann. Diefs Schwenken erfordert viel Uebung und es hängt davon die gleichförmige Beschaffenheit der Verzinnung ab. Das Zinn, welches sich nach dem Umherschwenken mit der Fläche des zu verzinnenden Gufsstücks nicht verbunden hat, wird in die Pfanne zurückgegossen, wobei man aber schnell verfahren mufs, um das anhaftende Zinn bis zu dem Augenblick noch fliefsend zu erhalten, wo das Gefäfs durch das Eintauchen in kaltes Wasser schnell abgekühlt wird. Bei diesem Eintauchen darf das Wasser jedoch die innere verzinnte Fläche nicht, sondern nur die äufsere Fläche des Bodens berühren. Zwar kann man das Wasser auch unmittelbar auf das Zinn bringen, allein die Zinnfläche fällt dann nicht so glatt und glänzend aus, als bei dem blofsen Berühren der äufseren Bodenfläche des Gefäfses durch das Wasser. Statt des Wassers läfst sich im letzten Fall auch stark angefeuchteter Sand anwenden, indefs mufs dann das Anfeuchten oft wiederholt werden. Nach dem Erkalten der Gefäfse wird die innere verzinnte Fläche mit geschlämmter Kreide und mit wollenen Bal-

len gereinigt und die äufsere Fläche mit einer Schwärze überzogen. Weil die äufsere Seite der Gefäfse nicht abgedreht wird, so bleiben diese Flächen ohne alle Verzinnung.

Siebenter Abschnitt.

Von der Darstellung des Stabeisens.

Man gewinnt das Stab- oder Schmiedeeisen entweder unmittelbar aus den Erzen, oder mittelbar aus Roheisen. Im erstern Fall wird das Erz mittels Kohle reducirt und die entstandene Verbindung zwischen dieser und Eisen durch Sauerstoff wieder zerstört. Es geschieht diefs in niedrigen Oefen mit verhältnifsmäfsig weiten Schmelzräumen, die man entweder Stücköfen oder Rennfeuer (Rennheerde, Luppenfeuer) nennt, je nachdem die theilweise Reduction schon über, oder vor und unter der Form erfolgt. Neuerlich hat man jedoch auch versucht, Stabeisen aus Erzen in Flammöfen darzustellen.

Erfolgt die Darstellung des Stabeisens aus dem Roheisen, so mufs die Kohle desselben durch Verbrennen, d. h. durch den Zutritt des Sauerstoffs, oder durch die Einwirkung des wieder gebildeten oxydirten (verschlackten) Eisens auf das kohlehaltige, abgeschieden werden. Diese Abscheidung der Kohle, oder das Verfrischen des Roheisens geschieht entweder in Heerden oder Feuern (Frischheerden), oder in Flammöfen, welche letztere von den zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten nicht wesentlich verschieden sind. Der Sauerstoff tritt hier zugleich mit andern glühenden Gasen an das geschmolzene oder erweichte Eisen, wogegen er in den Heerden durch die Form aus dem Gebläse einströmt, die Kohlen entzündet und durch das Verbrennen derselben die Schmelzung des Roheisens, die theilweise Oxydation desselben und dadurch zugleich die Entkohlung bewirkt.

Man kann das Stabeisen in der Temperatur, in der es dargestellt wird, nicht schmelzen, d. h. nicht tropfbar flüssig machen, indem mit der Abnahme des Kohlegehalts die Strengflüssigkeit des Eisens zunimmt. Diese Eigenschaft ist es, welche den Frischprozefs schwierig und verwickelt macht. Besonders ist ein grofser Metallverlust unvermeidlich, indem stets ein grofser Ueberschufs an oxydirtem Eisen erfordert wird, um auf das mit dem abnehmenden Kohlegehalt immer weniger Oberfläche darbietende Eisen einzuwirken. Dagegen nimmt das Stabeisen die wichtigen Eigenschaften der Schmiedbarkeit und Schweifsbarkeit an.

Die dargestellte Stabeisenmasse, die bei den verschiedenen Frischmethoden eine sehr verschiedenartige Gestalt und Gröfse erhält, wird Deul, Luppe, Frischstück, Stück, Wolf etc. genannt. Sie wird theils zum bequemern Gebrauch des Eisens und theils weil es durch starken mechanischen Druck auch mehr von den mechanisch anhängenden Schlackentheilen gereinigt wird, unter grofsen Hämmern oder zwischen zwei Walzen zu sehr verschiedenartig geformten Stäben, Platten etc. verarbeitet. — Wiederholte Schweifshitze, verbunden mit einem darauf erfolgenden Ausstrecken, das sogenannte Gerben oder Raffiniren des Stabeisens, verbessert aufserdem die Güte desselben, theils wegen der chemischen Einwirkung der Schweifshitze, theils wegen der mechanischen des Zusammenpressens.

Die mechanische Verarbeitung der Luppen geschieht entweder mittels Hämmer oder Walzen, oder auch mittels beider.

Verschiedene Arten des Stabeisens.

Durch die grofse Verschiedenheit in der Beschaffenheit und in dem Verhalten des Stabeisens, welche durch beigemischte fremde Bestandtheile, welche gröfstentheils aus Silicium, Phosphor und Schwefel bestehen, veranlafst werden, lassen sich folgende verschiedene Stabeisenarten feststellen:

I. Hartes Eisen, welches den äufsern Eindrücken nicht leicht nachgiebt und beim Schmieden länger die körnige Textur behält. Man unterscheidet dabei:

1. Hartes und festes Eisen (auch wohl zähes oder derbes genannt), läfst sich kalt und warm gut biegen, verdankt blos dem Kohlenstoff seine Härte, und ist die festeste und eine vorzüglich gute Eisensorte.

2. Hartes und sprödes Eisen, läfst sich schlecht schmieden uud zerspringt auch in der Kälte leicht. Es ist gewöhnlich roh, d. h. nicht vollkommen gefrischt.

3. Hartes und mürbes Eisen, läfst sich in der Hitze gut schmieden und biegen, zerspringt aber in der Kälte. Es verhält sich kaltbrüchiges Eisen so.

4. Hartes und wildes Eisen, läfst sich in der Kälte biegen und ist oft sehr fest, zerfährt aber in der Rothglühhitze. Es verhält sich rothbrüchiges Eisen so, welches nicht allein durch Schwefel diesen Fehler erlangen kann. Sehr rothbrüchiges Eisen hält, wegen der Kantenbrüche, auch in der Kälte nicht.

II. Weiches Eisen giebt den äufsern Eindrücken leicht nach und verliert beim Schmieden bald seine körnige Textur. Man unterscheidet dabei:

1. Weiches und zähes Eisen, welches sich nach allen Richtungen

kalt und warm biegen läfst. Es ist, weil es sich leicht dehnt, weder so fest als das harte und feste Eisen und widersteht auch der Abnutzung nicht so.

2. Weiches und sprödes Eisen, ist in der Hitze biegsam, zerspringt aber in der Kälte sehr leicht. Es verhält sich verbranntes und auch viel Silicium und andere fremde Substanzen enthaltendes Eisen so, allein ersteres läfst sich durch starkes mechanisches Zusammenpressen wieder verbessern.

3. Weiches und mürbes Eisen ist in der Hitze und zum Theil auch in der Kälte biegsam, hält aber keine starken Schläge aus. Es gehört das im geringern Grade kaltbrüchige und dasjenige Eisen hierher, von welchem das Silicium beim Verfrischen nicht rein abgeschieden ist.

Bei gleichen Graden der Zähigkeit zieht man das harte Eisen dem weichen vor, obgleich letzteres vollkommeneres Stabeisen ist; denn jenes wird durch wiederholtes Glühen immer besser und weicher, dieses aber leicht mürbe. Ferner ist hartes Eisen stets dichter als weiches, besonders wenn es zu dünnen Stäben ausgereckt wird, und endlich widersteht es auch der Abnutzung besser. Nur wird es durch fremde Beimischungen stets spröder. Weiches Eisen ist zwar minder spröde, aber wenn mürbe, sehr schlecht; kurze und dunkle Sehnen sind die Kennzeichen solch schlechten Eisens.

In England und überall da, wo die englische Frischmethode eingeführt ist, unterscheidet man ein-, zwei- und dreimal geschweifstes Eisen, und verwendet letzteres zu Zwecken, welche eine grofse Festigkeit verlangen. Das einmal geschweifste, oder das gewöhnliche Stabeisen hat nur eine einmalige Bearbeitung unter den Walzen erhalten, oder ist nur einmal raffinirt, indem die von dem Vorbereitungswalzwerk erhaltenen flachen Schienen nur einmal zerschnitten, zusammengelegt, geschweifst und ausgewalzt worden sind. Das zweimal geschweifste Eisen hat diese Bearbeitung zweimal erfahren.

Das Probiren des Roheisens ist nothwendig zur Erkennung seiner Güte. Es besteht gewöhnlich in dem Folgenden.

1. Lange Stäbe werden mit beiden Händen bis über den Kopf erhoben, in der Mitte mit möglichster Schnelligkeit auf einen schmalrückigen Ambofs geworfen und dann an jedem Ende auf dem Punkte, wo beim Ausschmieden der Kolben ein Wechsel entstanden ist, krumm und wieder gerade gebogen.

2. Schwere Stäbe, welche sich nicht heben lassen, legt man hohl und schlägt sie in der Mitte so wie an beiden Enden mit einem scharfkantigen Schlägel krumm und wieder gerade. Diese Probe ist schärfer als die vorhergehende.

3. Wo das Anlaufenlassen statt findet, braucht man die aus dem Anlauf geschmiedeten schwachen Eisensorten nicht zu probiren, sobald die aus der Luppe geschmiedeten Stäbe die Proben bestanden haben.

4. Zerspringen die Stäbe bei diesen Proben in mehrere Stücke, so ist

das Eisen schlecht, zerspingt aber nur hin und wieder ein Stab in zwei Stücke, so kann das Eisen noch von der besten Güte sein, und nur auf der gesprungenen Stelle einen zufälligen Fehler in der Schmiedung gehabt haben, oder auch kalt geschmiedet worden sein. Die Stücken des Stabes müssen dann durch Biegen und Werfen genauer untersucht werden.

Gewöhnlich erstreckt sich die Stabeisenbereitung auf die Darstellung von Stäben von nicht zu geringen Dimensionen; die weitere Verarbeitung zu feinen Stäben, Blech und Draht wird seltner in denselben, sondern gewöhnlich in besonderen Werkstätten oder Hütten vorgenommen. Es zerfällt daher die Stabeisenfabrikation ganz natürlich in zwei Abtheilungen, von denen die erstere die Darstellung und die zweite die weitere Bearbeitung des Stabeisens behandelt.

Darstellung des Stabeisens.

Diese erfolgt entweder unmittelbar aus den Erzen durch die Rennarbeit, oder aus dem Roheisen durch die Frischarbeit.

I. Die Frischarbeit.

Diese läfst sich auf zwei Hauptmethoden, auf die in Heerden oder Feuern, und auf die in Flammöfen, zurückführen, von denen letztere die vollkommenere ist, da das Wesentliche der Frischarbeit darin besteht, das Roheisen zu entkohlen, und in den Flammöfen das Roheisen mit der Kohle gar nicht in Berührung tritt, wogegen es in den Heerden mit Kohlen eingeschmolzen wird und diese zu gleicher Zeit dazu dienen, die durch den Windstrom oxydirten Eisentheile wieder zu reduciren. Eine reine Abscheidung der Kohle läfst sich aber bei dem Heerdfrischen eben so wenig bewerkstelligen, als es sich nicht verhindern läfst, dafs das Eisen durch langes Verweilen zwischen den Kohlen, nicht von Neuem wieder Kohlenstoff aufnimmt. — Im Flammofen kann aber der Kohlenstoff auch nicht vollständig abgeschieden werden, und da die Erfahrung lehrt, dafs das im Heerde mit Sorgfalt gefrischte Eisen vorzüglicher als das im Flammofen gefrischte ist, so darf man annehmen, dafs in jenem die dem Roheisen beigemischten fremdartigen Substanzen, die Erdbasen, Schwefel und Phosphor, vielleicht auch andere Metalle, durch den Luftstrom des Gebläses, bei dem häufigern Durcharbeiten in Heerden, vollständiger oxydirt und daher auch vollständiger abgeschieden werden. Man kann daher in den Frischherden aus schlechtem Roheisen mit einem geringen Verlust an Eisen, wenn auch nicht an Zeit und

Brennmaterial, wie in den Flammöfen, gutes Eisen liefern. — Je reiner von fremden Bestandtheilen das zu verfrischende Roheisen ist, desto schneller und mit desto geringerm Verbrauch an Zeit, Eisen und Brennmaterial, wird die Umwandlung desselben in Stabeisen geschehen.

Weifses Roheisen ist, wie wir schon sahen, leichtflüssiger als das graue, es wird aber nicht vollkommen tropfbar flüssig, geht in der Schmelzhitze früher in den Zustand der Geschmeidigkeit über, weil es durch Eisenoxyde, zwar weniger auffallend, aber schneller verändert wird als das graue Roheisen. Dieses erfordert eine höhere Temperatur, wird aber auch dann tropfbar flüssig, so dafs die Eisenoxyde nur langsam darauf einwirken können, indem das flüssige Eisen sowohl dem Winde als auch dem Eisenoxyde nur die Oberfläche zur Berührung darbietet, folglich der Sauerstoff nicht von allen Seiten chemisch auf das geschmolzene graue Roheisen einwirken kann. Es mufs daher dasselbe erst in weifses Roheisen verwandelt werden, ehe es sich in Stabeisen umändern läfst, welches nur durch den Sauerstoff der Gebläseluft oder des zugesetzten Eisenoxyds bewirkt werden kann. Beim weifsen Roheisen ist der Zusatz von Eisenoxyd in vielen Fällen von geringerm Nuzzen, indem man bei demselben den Uebergang zum Stabeisen verzögern mufs, um eine vollkommenere Abscheidung der fremden Bestandtheile vom Eisen zu bewirken. Wegen dieses Eisenoxydzusatzes besonders erleidet das graue Roheisen beim Verfrischen weniger Eisenverlust durch Verschlacken als das weifse, bei welchem man, wegen des beigemischten Siliciums, den Uebergang zum Stabeisen nicht zu sehr beschleunigen darf. Spiegeleisen erleidet aber keinen gröfsern Abgang als graues, ohne dafs die Zusätze von Eisenoxyd (gaare Schlacken) einen besondern Einflufs haben. Es scheint daher der Graphit das Frischen zu erschweren und ein grofser Gehalt an gebundener Kohle das Eisen in der Schmelzhitze sehr gegen die Oxydation zu schützen.

Weifses Roheisen ist mehr als das graue zum Verfrischen geeignet, weshalb man sich bei gutartigen Erzen und beim Holzkohlenbetriebe mit Erfolg des weifsen Roheisens zum Verfrischen bedienen kann. Dagegen mufs man beim Koaksbetriebe, oder bei der Verarbeitung nicht gutartiger Erze, nur graues Roheisen verfrischen, wenn man gutes Stabeisen darstellen will. Bei dem Flammofenfrischen ist diefs Roheisen auch anwendbarer als das weifse.

Ehe wir nun zu der Betrachtung der eigentlichen Frischarbeit übergehen, müssen wir zuvörderst

von den Verfahrungsarten, das Roheisen zum Verfrischen vorzubereiten,

reden, wobei man sehr verschiedene Methoden befolgt und von sehr verschiedenartigen Gesichtspunkten ausgeht.

In der schwedischen Provinz Wermeland wirft man das abgestochene Roheisen, sobald es in den Sandformen erkaltet ist, in kaltes Wasser, wodurch es härter wird und leicht zerschlagen werden kann, damit Käufer und Frischer das Bruchansehn erkennen können. Jedoch ist ein solches Verfahren nur da anwendbar, wo das Eisen aus gutartigen Erzen, bei leichtflüssigen Beschickungen erblasen wird, und wo das bei übersetztem Gange des Ofens erzeugte Roheisen weniger nachtheilig auf die Beschaffenheit des darzustellenden Stabeisens wirkt. Ueberhaupt kann ein solches Roheisen nur dann zum Verfrischen angewendet werden, wenn es gar keine, oder doch nur wenige, der Güte des zu erzeugenden Eisens nachtheilige Bestandtheile enthält. Sollen solche beim Frischprozefs abgeschieden werden, so darf der Uebergang des weifsen Roheisens in Stabeisen nicht durch gaare Zuschläge beschleunigt werden. Es werden diese aber dann am wirksamsten sein, wenn das eingeschmolzene Roheisen noch einen gewissen Grad von Flüssigkeit besitzt und sich nicht zu sehr zu einer gefrischten Masse zusammengezogen hat.

Durch die Umänderung des grauen Roheisens in weifses, durch dle Zerstörung des Graphits, nämlich durch das sogen. Weifsmachen, soll in der Hauptsache der Zweck erreicht werden, das Roheisen in nicht zu hohen Graden der Schmelzhitze in einen teigartigen Zustand, nämlich in einen Mittelzustand zwischen dem starren und dem tropfbar flüssigen, versetzen können, theils weil alsdann die Kohle vom Eisen weniger stark gebunden wird, theils weil dann das Eisen die gröfste Oberfläche darbietet und sich dieselbe durch Umrühren aufserdem noch beständig erneuern läfst. — Aus dem uns schon bekannten Verhalten des weifsen Roheiesns in der Schmelzhitze erklärt es sich, warum dasselbe dem grauen beim Verfrischen vorzuziehen ist, wenn es blos darauf ankommt, seinen Uebergang in den Zustand des Stabeisens zu beschleunigen. Enthält aber das Roheisen fremdartige Beimischungen, besonders Silicium, so würden dieselben, bei einem zu schnellen Uebergang in den gefrischten Zustand, nicht vollständig abgesondert werden können und würden ein mürbes Eisen geben. Man wendet daher in diesem Falle, der jedoch im Allgemeinen der gewöhnliche ist, um das schnellere Gaarwerden zu vermeiden, graues Roheisen an. Dasselbe schmilzt vor der Form tropfenweis nieder, wird in diesen einzelnen Tropfen von dem Windstrome des Gebläses getroffen, wobei sich die am leichtesten oxydirbaren Bestandtheile, Phosphor, Schwefel, Silicium und Mangan, am vollständigsten durch Verschlakkung abscheiden lassen, welches beim weifsen Roheisen nicht der Fall ist, da es nicht niederschmilzt, sondern in einem teigartigen Zustand niedergeht. — Eben so können aus Gründen, die wir beim Hohofenbetriebe näher entwikkelt haben, die Koakshohöfen nur graues Roheisen darstellen, weshalb in vielen Fällen schon deshalb graues Roheisen verfrischt wird.

Um sich daher die Vortheile, welche der gaare Ofengang gewährt, anzueignen, zugleich aber auch das erhaltene graue Roheisen nicht unmittelbar verfrischen zu dürfen, hat man verschiedene Methoden eingeführt, um das graue Roheisen in weifses umzuändern und es dadurch zum schnellern Gaarwerden vorzubereiten. Es sind folgende:

1. Das Ablöschen des in Gänzen oder Scheiben aus dem Ofen abgelassenen Roheisens, dessen wir schon oben erwähnten. Die Umänderung des grauen Roheisens in weifses ist dabei um so vollständiger, je leichtflüssiger die Beschickung war, aus der es erzeugt wurde, und je schneller die Abkühlung vor dem völligen Erstarren bewirkt wird. Ein vollständiges Weifsen erfolgt aber durch das Ablöschen nicht, und bei aus strengflüssiger Beschikkung erblasenem Roheisen ist es gänzlich unanwendbar, weil es alles Silicium und alle Kohle behält.

2. Durch das Granuliren läfst sich das Weifswerden zwar vollständiger bewirken als durch das Ablöschen, allein der Silicium- und Kohlegehalt können dadurch ebenfalls nicht vermindert werden.

3. Das Scheibenreifsen oder das Blattlheben beim Blauofen, wovon wir schon im 5. Abschnitt bei der Roheisenerzeugung sprachen, hat keinen andern Erfolg, als die vorhergehenden Prozesse. Durch das Braten des erhaltenen weifsen Scheibeneisens, wovon wir weiter unten bei der Hart- und Weichzerrennschmiede reden werden, wird zwar der Kohlegehalt bedeutend vermindert, folglich der Gaargang im Frischheerd ungemein befördert, allein der Siliciumgehalt des Roheisens läfst sich auf diese Weise nicht abscheiden, weshalb dieser Prozefs nur dann Nutzen schafft, wenn gutartige Erze und eine leichtflüssige Beschickung einen nur geringen Siliciumgehalt voraussezzen lassen.

4. Die weiter unten bei der Läuterfrischschmiede zu beschreibende Umänderung des grauen Roheisens in dem sogen. Läuterheerd, durch die Einwirkung des Windstroms auf das flüssige Roheisen. Eine gute aber kostbare Methode, den Gehalt des Roheisens an Kohle und an fremden Beimischungen zu vermindern.

5. Das Weifsmachen des grauen Roheisens im Hohofengestell selbst, und zwar:

a) Durch Einwirkung von reinen Eisenerzen (Eisenoxyd) auf das im Gestell befindliche flüssige Roheisen, durch das sogen. Füttern, welches Verfahren schon im vorhergehenden Abschnitt bei der Giefserei beschrieben wurde. Jedoch kann diese Vorbereitungsmethode zum Frischprozefs nur bei sehr gutartigem und wenig Silicium enthaltendem Roheisen anwendbar sein, weil sich dadurch nur der Kohlegehalt vermindert.

b) Durch den Windstrom des Gebläses, der zu gewissen Zeiten auf das

flüssige Roheisen geleitet wird. Man nennt diese, vorzüglich in der Eiffel angewendete, Methode des Weifsmachens das Läutern oder Destilliren. Das Verfahren dabei ist folgendes:

Sobald das Gestell bis auf 2 Zoll unter der Form mit Roheisen angefüllt ist, bildet man unmittelbar über der Formöffnung durch einen Lehmklumpen oder durch Hohofenschlacke, eine künstliche Nase über der Formöffnung, und zieht zu gleicher Zeit die Schlacke im Gestell möglichst rein ab. Zwischen Tümpel und Wallstein schiebt man einen Schlackenkuchen, um zu verhindern, dafs kein flüssiges Eisen über den Wallstein geworfen wird. Darauf wird der Wind verstärkt, das flüssige Eisen in eine wallende Bewegung gesetzt, und der übrige Gang des Hohofens verändert sich während dieser Zeit nur in so fern, dafs die Gichten langsamer niedergehen. Die sich bildende Schlacke wird mehrmals abgezogen oder läuft von selbst ab; das flüssige Roheisen verändert nach und nach seine Farbe und wird immer heller, welches, nebst einem Funkensprühen aus dem Gestell in die Form, das Zeichen der Beendigung des Läuterprozesses ist, indem letzteres auf ein schon beginnendes Verbrennen des Eisens deutet. Die Dauer des Läuterns ist je nach der Weite des Gestelles, nach längerer oder kürzerer Betriebszeit des Ofens verschieden und beträgt 3 bis 4 Stunden. — Das Eisen wird in einen aus kleinen Schlackenstücken und etwas Sand bestehenden Heerd, unter lebhaftem Funkensprühen abgelassen; es ist silberweifs, in der Regel luckig und hat eine ebene Bruchfläche. Ungeläutert ist es grau, dicht und grobkörnig.

Nach dem Abstich wird das Gestell sorgfältig gereinigt, die Stichöffnung geschlossen, es werden einige Schaufeln klein geschlagener Läuterschlacken in das Gestell geworfen, es wird die Nase von der Form abgestofsen, die letztere selbst gereinigt und mit dem Schmelzen wieder begonnen. — Dieses einfache und wohlfeile Verfahren ist jedoch nur bei leichtflüssigen Beschickungen anwendbar.

Ein ähnliches Verfahren findet bei mehreren Hohöfen in der Französ. Provinz Berry statt. Dieselben sind mit zwei Formen versehen, von denen die eine von Zeit zu Zeit eine in das Gestell geneigte Richtung erhält, sobald sich dasselbe schon ziemlich mit Roheisen angefüllt hat, so dafs der Wind unmittelbar auf das flüssige Metall strömt. Auch diese, übrigens ebenfalls zu empfehlende, Methode ist nur bei gutartigen Erzen und bei sehr leichtflüssigen Beschickungen anwendbar.

6. Das Umschmelzen des Roheisens in einem besondern Schmelzheerd bei Holzkohlen, und das Abkühlen desselben durch Wasser. Es ist diefs die weiter unten, bei der Frischarbeit näher zu erwähnende Hartzerrennarbeit, oder das Blattlheben am Zerrennheerd, und eine von den, ebenfalls bei der Heerdfrischarbeit erwähnten Modificationen der Methode von Nivernais. Es

wird durch diefs Umschmelzen nicht allein der Kohlegehalt des Roheisens vermindert, sondern es werden auch Phosphor, Schwefel, Mangan und Silicium zum grofsen Theil abgeschieden, so dafs das niedergeschmolzene Roheisen, welches durch plötzliches Abkühlen in weifses Roheisen umgeändert wird, wirklich weit reiner ist, als das zum Hartzerrennheerd gelangende. Die Scheiben werden dann vor dem Verfrischen noch gebraten, um den Kohlegehalt noch mehr zu vermindern. Diese Methode würde sehr zu empfehlen sein, wenn sie nicht mit einem grofsen Aufwand an Holzkohlen verbunden wäre.

7. Das Schmelzen des Roheisens bei Holzkohlen mit einem Zusatz von gaarenden Zuschlägen, zu einer halbgefrischten Eisenmasse, welche nach dem Erstarren noch weifsglühend aus dem Heerd gebrochen, zerschlagen und dann zur eigentlichen Frischarbeit gegeben wird. Diese Vorbereitung werden wir weiter unten bei der Kartitscharbeit, auch bei der Brocken- und Brechschmiede kennen lernen. Das Roheisen wird durch das Umschmelzen gereinigt und dem gaaren Zustande genähert.

8. Das Umschmelzen des Roheisens auf flachen Flammofenheerden, mit gaarenden Zuschlägen, und das Ablassen des geweifsten Roheisens, welches dann zur Frischarbeit kommt. — Der Schmelzheerd ist ganz flach und es wird nur soviel Roheisen eingeschmolzen, dafs das sich über den ganzen Heerd ausbreitende Metallbad flach bleibt. Dadurch wird das Eisen von unten abgekühlt und ein schnelleres Abkühlen beim Abstechen bewirkt, welches der Graphitbildung entgegen wirkt.

Der eigentliche Schmelzheerd bei solchen Weifsöfen besteht aus einer 8 bis 12 Zoll hohen Schicht von reinem Sande, der nur locker eingestampft wird. Nur gegen die Fuchsöffnung und gegen die Einsetzthür zu wird er dammartig in die Höhe, sonst aber ganz eben gezogen. Um die durch die Sandheerde beförderte Silicatbildung zu hindern, wendet man aber auch Thonheerde an. Das geweifste Roheisen wird durch eine, unter der Einsetzthür angebrachte und während des Betriebs mit einem Thonstöpsel verschlossene Oeffnung abgestochen. Das einzuschmelzende Roheisen wird über den ganzen Heerd ausgebreitet. Während des Einsetzens ist die Esse oben verschlossen; die Einsetzöffnung wird nur in dem Augenblick des Einsetzens von einem Stück Roheisen geöffnet, sonst aber verschlossen gehalten, und der Heerd ist während dieser Zeit mit glühenden Koklen bedeckt. Nach dem Einsetzen wird mit vollem Zuge gefeuert.

Man feuert mit Steinkohlen, Torf und auch mit Hohofengasen, hat auch, aufser den gaarenden Zuschlägen, einen erwärmten Gebläsewindstrom angewendet, den man, nachdem das Roheisen geschmolzen ist, auf dasselbe leitet. Es werden dadurch manche Betriebshindernisse gehoben, auch der Frischschlackenzusatz vermindert.

Die gaaren Frischschlacken, welche das Weifsmachen des grauen Roheisens bewirken sollen, können entweder mit demselben zugleich, oder erst dann, wenn das Eisen in Flufs ist, eingetragen werden, in welchem letztern Falle sie eingerührt werden müssen. Im erstern Fall ist diefs nicht nöthig, weil sie früher als das Roheisen flüssig werden und dann von diesem, als der schwerern Substanz, wieder in die Höhe gedrängt werden, wobei sie vollständig mit dem Eisen in Berührung kommen. Ein Zusatz von Kalk und etwas Kohlenstaub zu der Frischschlacke bewirkt zwar deren vollständige Zersetzung, aber auch einen gröfsern Rückhalt von Kohle im Eisen. — Wird die Frischschlacke nach erfolgtem Einschmelzen des Roheisens zugesetzt, so geschieht diefs in 3 bis 4 Perioden nacheinander, und wenn die Schlacke vollständig geschmolzen ist, so wird die Masse mit hölzernen Rührstäben umgerührt.

Gewöhnlich setzt man 15 bis 18 Centner Roheisen mit einem Male zum Weifsmachen ein und dazu 3 bis 4 Centner Frischschlacken, welches Quantum aber durch Anwendung von Wind bedeutend vermindert wird. — Um zu unterscheiden, ob das Roheisen schon weifs genug ist, oder ob es noch länger stehen und vielleicht neue Schlackenzusätze bekommen mufs, nimmt man von Zeit zu Zeit unter der Schlackendecke Schöpfproben. Zum Weifsen der obigen Menge sind 3 bis 4 Stunden erforderlich, und das erhaltene Eisen hat dann das Ansehn von luckigen Flossen. Beim Abstechen setzt man eine mit Lehm ausgestrichene eiserne Rinne an die Abstichöffnung, um das Eisen auf die Hüttensohle zu leiten, wo man es sogleich mit vielem Wasser begiefst. Hört es auf zu fliefsen, so stöfst man die Rinne weg und läfst die Schlacken ablaufen, die, weil sie noch Eisenkörner enthalten, gepocht werden müssen.

Der Eisenabgang beträgt nur 5 bis 6 Procent, weil das Roheisen einen Theil des in der zugesetzten Frischschlacke befindlichen Eisenoxyduls reducirt und aufnimmt. Statt der Frischschlacken kann man auch Eisenerze zuschlagen. Der Steinkohlenverbrauch beträgt auf 100 Pfund Weifseisen etwa einen Kubikfufs.

Diese Methode des Weifsmachens ist sehr vortheilhaft, und es wird dabei nicht allein Kohle, sondern auch ein Theil des Siliciums abgeschieden. Der Phosphorgehalt des eingesetzten grauen Roheisens vermindert sich dagegen nicht, wenigstens wenn nicht Gebläseluft angewendet wird, wodurch man den Prozefs überhaupt wesentlich verbessert, indem die Entkohlung und die Verschlackung der fremden Beimischungen erhöhet werden. Zwar ist bei der Anwendung des Windes der Abbrand etwas bedeutender, allein dieser Verlust wird durch die Verbesserung des Eisens reichlich ersetzt.

9. **Das Umschmelzen des Roheisens in Schmelzheerden mit Gebläsen bei Koaks, ohne gaarende Zuschläge, und das Ablassen des geschmolzenen Roheisens.** Es wird diese Methode des Weifsmachens fast überall da angewendet, wo das Frischen in Flammöfen oder das Puddelfrischen statt findet. Man nennt einen solchen Heerd Feineisenfeuer oder Raffinirfeuer (Finery oder Refining Furnace in England, woselbst sie zuerst angewendet wurden), so wie das daraus erhaltene Produkt Feineisen (Fine iron oder Fine metall). Diefs Verfahren, das graue Roheisen in weifses umzuändern, besitzt die schon früher entwickelten Vorzüge vor denjenigen Methoden, bei welchen die Umänderung nicht gleichzeitig durch die Einwirkung des Windstroms, sondern nur allein durch Abkühlung mittels des Wassers, oder durch gaarende Zusätze bewirkt wird. Es wird dabei der Phosphor in Phosphorsäure umgeändert und in die Schlacke gebracht, und eben so werden auch Mangan und Silicium oxydirt und verschlackt.

Dagegen fand Herr Karsten den Kohlegehalt des in Feineisenfeuern mit dichten Koaks umgeschmolzenen Roheisens eher vermehrt als vermindert; allein es läfst sich erwarten, dafs er bei Anwendung von lockern Koaks wirklich bedeutend vermindert werden wird. — Den Schwefelgehalt fand Herr Karsten ebenfalls immer erhöht, welches wahrscheinlich in dem zufälligen Umstande zu suchen ist, dafs die Steinkohlen mehr oder weniger mit Schwefelkies verunreinigt waren.

Alles Roheisen, welches wegen der natürlichen Beschaffenheit der Erze, oder wegen der grofsen Strengflüssigkeit der Beschickung, oder wegen der grofsen Höhe der Oefen und der Obergestelle, oder aus jenen Ursachen zusammengenommen, viel Silicium und Mangan und auch Phosphor enthält, würde ein sehr mürbes und schlechtes Roheisen geben, wenn es blos durch gaarende Zuschläge zum Verfrischen vorbereitet und in Weifseisen umgeändert wird. Ein solches Roheisen mufs nothwendig vor dem Winde niedergeschmolzen werden, ehe es zur Frischarbeit kommt.

Der Feineisenprozefs ist nicht ohne Schwierigkeiten; am passendsten ist dazu graues, bei leichtflüssiger Beschickung erblasenes oder halbirtes Roheisen; graues, von sehr strengflüssigen Beschickungen, welches nur wenig Kohle enthält, bleibt grau und läfst sich nur sehr schwer in weifses Eisen umändern. Holzkohlenroheisen ändert sich sehr leicht in Feineisen um, wird aber auch nur in wenigen Fällen auf solche Weise weifs gemacht.

Die Fig. 71. und 72. geben einen Begriff von einem solchen Feineisenfeuer, und zwar ist Fig. 71. der Grundrifs und Fig. 72. der Querdurchschnitt nach *AB*, Fig. 71. Die Esse *a* wird auf gufseisernen, an den untern Seiten mit Verstärkungsrippen versehenen Tragplatten *b*, aus gewöhnlichen Mauerziegeln aufgeführt. Die Tragplatten werden von vier gufseiser-

nen Ständern *c* unterstützt. Der Theil des Fundaments zunächst unter dem Heerde besteht aus einer 11 Zoll starken Schicht von feuerfesten Ziegeln. Der Heerd *d*, in welchem der Wind hier durch zwei, auf jeder von zwei einander gegenüberliegenden Seiten (Formseiten), also zusammen durch vier Formen einströmt, ist auf den beiden Formseiten und auf der Rückseite mit gufseisernen Kästen *e* und *f* eingefafst, welche auf ihrer obern Seite mit eingepafsten Deckeln luftdicht eingefalzt und verschlossen sind. Diesen Kästen wird mittels einer Röhre ununterbrochen kaltes Wasser zugeführt, damit sie der Einwirkung der Hitze widerstehen können. Der hintere oder Rückkasten *f* hat ein Rechteck zum innern Querschnitt und gleiche Eisenstärke; die beiden Wasserkästen *e* auf den Formseiten erhalten aber einen trapezförmigen innern Querschnitt und an den, dem Heerde zugekehrten Seiten eine gröfsere Eisenstärke, weil sie, bei ihrer Stellung unter dem Winde der Formen, ohne diese Vorsicht leicht wegschmelzen würden. Besser ist es aber, den Wasserkästen einen gleichförmigen Querschnitt zu ertheilen, damit man sie umkehren kann, wenn sie von der einen Seite abgenutzt sind. Die Fugen zwischen den Kästen sind mit Mörtel, die Deckel mit denselben durch Eisenkitt verbunden. Auf beiden Formwasserkästen stehen zwei gufseiserne Feuerplatten, die unten mit langen Ausschnitten für die durchzuführenden Formen versehen sind.

Der Boden des Heerdes besteht aus einer Bettung von feuerbeständigem Sand, oder auch von Frischschlacken oder Eisensinter und ist aufserhalb auf der Abstichseite durch eine Rinne von gewöhnlichem Sand verlängert, welche letztere erst unmittelbar vor dem Abstich gefertigt wird. Auf den Formseiten des Feineisenfeuers sind aufserhalb auf an den Tragständern angegossenen Consolen gufseiserne Wasserreservoirkästen aufgestellt, die mit Zu- und Abflufsröhren und letztere mit Hähnen versehen sind, um den Abflufs zu regeln und wodurch die Wasserkästen und die Wasserformen gespeist werden.

Die Wasserformen *g* haben eine solche Neigung in den Heerd, dafs, während der Wind der einen das Metallbad in der Mitte bestreicht, der aus der andern den entgegengesetzten Rand desselben berührt. Die erforderliche Lage wird ihnen mittels einer Unterlage und durch eine Handhabe an den Formen gegegeben. *h* sind lederne Schläuche, welche die Windsammelkästen *i* mit den blechernen Düsen verbinden. Den Kästen wird der Wind durch die Röhren *k* zugeführt.

Der Heerd wird vorn durch die Schlackenplatte (Vorheerdplatte, Abstichplatte) *l* geschlossen, die sich an die beiden Formwasserkästen *e* lehnt. Unten ist sie mit einer Abstichöffnung versehen, die beim Betriebe verschlossen, nach dessen Beendigung aber aufgestochen wird, um das Feineisen in

die gufseiserne, mit Lehm bestrichene Form *m* abzulassen, die auf ihrer untern Seite mit Wasser abgekühlt werden kann.

Die Feineisenfeuer erfordern vielen und starken Wind, den man durch wenigstens zwei, gewöhnlich aber durch vier, sechs und selbst acht Formen in den Heerd leitet und der mindestens 600 und bis 1200 Kubikfufs und dessen Pressung 2 bis $2\frac{1}{2}$ Pfund auf den Quadratzoll beträgt. Die Neigung der Formen in den Heerd beträgt 30 bis 40 Grad.

Das zu weifsende Roheisen wird gewöhnlich in 3 Fufs langen und 90 bis 110 Pfund schweren Stücken (Pigs in England) angewendet, und die besten Koaks sind die aus nicht stark backenden Kohlen; solche aus Sandkohlen, solche die viel Asche enthalten, schwer entzündbar sind, oder in Oefen aus Steinkohlen, die vielen Schwefelkies enthalten, bereitete sind nicht füglich anwendbar, da der mehr oder minder gute Erfolg der Feineisenbereitung im hohen Grade von der Beschaffenheit der Koaks abhängt.

Zuerst wird das Feuer mit Koaks angefüllt, und auf dieselben wird, sobald sie in Gluth gerathen, das Roheisen gelegt. Ist ein Feuer einmal im Betriebe, so wird es nach jedem Abstich wieder mit frischen Koaks gefüllt, die sich dann sehr schnell entzünden. Für jeden Abstich werden 20 bis 25 Centner Roheisen eingesetzt, welche nach und nach eingetragen und niedergeschmolzen werden. Der Abgang beträgt 12, höchstens 13 Procent, bei aus leichtflüssigen Beschickungen erblasenem Roheisen auch nur 9 bis 10 Procent. Der Koaksverbrauch beläuft sich auf 100 Pfund Feineisen, bei guten und locker liegenden auf $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{7}{8}$ Kubikfufs oder auf 45 bis 50 Pfund, und bei dicht liegenden auf etwas mehr. Beim Abstechen läuft die schwarze, glasige, zuweilen krystallinische Schlacke mit ab, trennt sich aber beim Begiefsen mit Wasser sehr leicht und springt von der Oberfläche des Eisens ab, so dafs sie mit leichter Mühe abgekehrt werden kann.

Der gute Erfolg des Prozesses hängt fast allein von der Beschaffenheit des Roheisens und der Koaks, so wie von der Menge des Windes ab; die ganze Nachhülfe beim Betriebe besteht nur darin, dafs die Eisenstücke, damit sie nicht so rasch durch die Koaks fallen, von Zeit zu Zeit über die Formen empor gehoben werden. Nach und nach werden frische Koaks in kleinen Quantitäten zugesetzt. Häufig wendet man zur Beförderung des Weifswerdens gaarende Zuschläge, besonders Glühspan, Abfälle von Walzwerk etc. an. Ein Zusatz von Kalkstein giebt eine steife, das Feuer versetzende, den Materialaufwand vermehrende und das Weifsen verhindernde Schlacke. Zweckmäfsig scheint dagegen ein Zusatz von Braunstein, wo man denselben wohlfeil haben kann, indem derselbe den Kohlegehalt bedeutend vermindert und zugleich einen guten, flüssigen Betrieb veranlafst; auch Rotheisenstein oder ein anderes, viel Eisenoxyd haltendes Eisenerz würde gute Dienste leisten.

Der Feineisenprozeſs wird nur als Vorbereitung zum Puddelfrischen und mit bei Koaks erblasenem Roheisen vorgenommen, indem das bei Holzkohlen erzeugte Roheisen dieser Vorbereitung nicht bedarf und sich das Feineisen beim Heerdfrischen nicht gut verhalten würde.

A. Die Frischarbeit in Heerden.

Die Heerde, in denen Roheisen in Stabeisen verwandelt, oder in denen der Frischprozeſs vorgenommen wird, nennt man Frischfeuer, Frischheerde, Frischschmieden, im südlichen Deutschland auch Walloſs- oder Wallaſshämmer (Wälschhämmer) und Weichzerrennhämmer.

Herkommen, Gewohnheit, Lokalverhältnisse und Beschaffenheit des Roheisens haben eine Menge von verschiedenen Frischmethoden veranlaſst, welche sich folgendermaaſsen eintheilen lassen:

I. Verfrischen mit einmaligem Einschmelzen.

1. Mit einem die Vorbereitung des Roheisens vertretenden einmaligen Einschmelzen und ein- oder mehrmaligem Aufbrechen der eingeschmolzenen Masse.

Die Deutsche Frischschmiede mit allen ihren Varietäten, und zwar:

α) Die But- oder Klumpschmiede.

β) Die Kleinfrischschmiede.

γ) Die Frischschmiede.

δ) Die Suluschmiede.

ε) Die Halbwallonenschmiede.

ζ) Die Anlaufschmiede.

2. Mit einmaligem Einschmelzen ohne alle Vorbereitung des Roheisens durch Aufbrechen.

a) Die Wallonenschmiede, bei welcher jedesmal nur so viel Roheisen, als zu einem Kolben erforderlich ist, angewendet und das Ausschmieden in besondern Reckheerden vorgenommen wird.

b) Die Löschfeuerschmiede, bei welcher das Ausschmieden in demselben Heerde geschieht.

c) Die Steyersche Einmalschmelzerei.

d) Die Siegensche Einmalschmelzerei.

e) Die Osemundschmiede, bei welcher wenig Roheisen sogleich gaar niedergeschmolzen und ausgeschmiedet wird.

3. Mit einmaligem Einschmelzen und mit Vorbereitung des Roheisens.

Die Bratfrischschmiede.

II. Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens.

1. Mit zweimaligem Einschmelzen in derselben Feuergrube und in demselben Frischheerde.

a) Die Müglafrischschmiede.

b) Die Brechschmiede.

c) Der Sinterprozefs.

2. Mit zweimaligem Einschmelzen und zwei besondern Feuern.

a) Die Weich- und die Hartzerrennfrischarbeit.

b) Die Kortitsch- oder Kartitscharbeit.

Für Frankreich pafst jedoch diese Eintheilung nicht ganz und kann man daselbst folgende vier Verfahrungsarten unterscheiden.

1. Affinage comtois (Hochburgundisches Frischen). Heerdfrischerei bei Holzkohlen zu Kolben (massiaux), welche in demselben Heerde, während des Einschmelzens des Roheisens zu der folgenden Operation, unter Hämmern ausgeschmiedet werden. Die Hochburgundische Frischmethode umfafst das Verfahren bei der Deutschen Frischschmiede und die Abänderungen, welche die Löschfeuerschmiede, die Siegensche und Steyersche Einmalschmelzerei und die Osemundschmiede darbieteu.

2. Affinage Wallon (Wallonenfrischen). Die Kolben werden in einem Frischheerd, wie bei der Hochburgundischen Methode, dargestellt, aber in einem besondern Heerde (Feu de chaufferie) ausgeschmiedet.

3. Affinage bergamasque (Bergamische Frischmethode), aus zwei verschiedenen Prozessen bestehend. Bei dem ersten wird das Roheisen in dem Heerde umgeschmolzen (Mazéage), bei dem zweiten aber das vorbereitete Roheisen (Fonte mazée) in demselben Heerde verfrischt. Während dieser eigentlichen Frischarbeit findet auch das Ausschmieden der Kolben statt.

4. Affinage nivernais (Nivernoisches Frischen). Diefs unterscheidet sich von dem vorigen nur allein dadurch, dafs die Operationen der Vorbereitung des Roheisens und das Frischen des vorbereiteten Roheisens in zwei besondern Heerden stattfindet.

Im Wesentlichen weichen jedoch alle diese Frischmethoden so wenig von einander ab, dafs man sie alle kennt, wenn man sich mit der schwierigsten, mit der Deutschen Frischarbeit, vertraut gemacht hat. Gröfstentheils bestehen die Abweichungen nur in der verschiedenen Art, wie der mechanische Theil der Arbeit, das Ausstrecken des gefrischten Eisens zu Stäben, mit der eigentlichen Frischarbeit in Verbindung gesetzt wird, wogegen diese letztere selbst bei allen Methoden wesentlich dieselbe bleibt. Andere Abweichungen haben in der Natur und Beschaffenheit des Roheisens, wodurch der Prozefs beschleunigt werden kann oder verzögert werden mufs, oder auch wohl darin ihren Grund, ob das Roheisen schon eine Vorbereitung erhalten hat, welches den Prozefs beschleunigt. Bei der Deutschen Frischmethode wird Roheisen von der verschiedenartigsten Beschaffenheit verarbeitet, wogegen die übrigen Methoden durchaus ein gutartiges und mehrentheils ein weifses oder

geweifstes Roheisen verlangen. Die Deutsche Frischmethode ist daher die schwierigste und die eigentliche und wesentliche Heerdfrischarbeit, aus welchem Grunde wir sie hier auch ausführlich betrachten und die übrigen Methoden nur kurz damit vergleichen.

1. Die Deutsche Frischschmiede

ist fast in dem ganzen nördlichen Deutschland und in einem grofsen Theil von Frankreich, besonders in der Franche Comté, eingeführt.

Frischfeuer nennt man ein Hüttengebäude, in welchem sich ein oder mehrere Frischheerde mit den Gebläsen und ein Hammer- oder Walzwerk befinden. Der Frischheerd ist ein gewöhnlicher, etwa 6 Fufs im Lichten langer und 3 Fufs breiter Heerd, welcher unter einer auf Gewölben, oder besser auf Säulen ruhenden Esse steht, und sich 12 oder 15 Zoll über die Hüttensohle erhebt. Der Heerd ist mit eisernen Platten belegt, und hat in der Ecke, welche seine vordere lange Seite mit der einen kurzen bildet, eine Oeffnung, oder den zum Verfrischen des Roheisens bestimmten Raum, in welchem das sogenannte Feuer eingebauet wird. Der übrige mit Platten belegte Raum des Heerdes dient zum Aufbringen des Roheisens und um Raum zur Arbeit mit den Brechstangen zu gewinnen. Die vordere Seite des Heerdes bleibt, so weit als die eigentliche Feuergrube reicht, offen, und wird erst beim Einbau des Feuers geschlossen. — Das Gebläse kann, wenn es grofs genug ist, für mehrere Frischfeuer dienen; alsdann erhält jedes Feuer eine besondere Windleitung nebst Windsperrungskasten.

Da die Esse bei den Frischfeuern nur zur Ableitung der aus denselben sich erhebenden glühenden Gase, Funken und Dämpfe, und nicht zur Beförderung des Luftzuges dient, so legt man auch häufig zwei Feuer an eine gemeinschaftliche Esse und verbindet sie mit derselben durch einen gemeinschaftlichen Essenmantel. Die Fig. 73. und 74. stellen einen solchen, in Oberschlesien im Betriebe stehenden, Doppelheerd mit gemeinschaftlicher Esse, die erstere im horizontalen Durchschnitt oder Grundrifs und die andere im senkrechten Durchschnitt, nach den Linien *a b*, Fig. 73. dar. *a*, *a*, *a* sind die eisernen Umfassungsplatten, *b*, *b*, *b* ist das sogen. Feuer, auf welches wir weiter unten zurückkommen. *m* ist die, durch die Esse *n* gehende Windleitung; *o* ein mit einer Schraube versehenes Ventil, um den Windstrom zu reguliren; *p* der Aschenfall, *q* der eiserne Essenmantel.

Neuerlich hat man die aus dem Frischheerd entweichenden glühenden Gasarten nicht allein zur Erhitzung der Gebläseluft, sondern auch dadurch benutzt, dafs man die Flamme, ehe sie durch die Esse abgeführt wird, in abgeschlossene Räume leitet, welche dadurch erhitzt und dann gewöhnlich zur

Vorbereitung des zu verfrischenden Roheisens, oder zum Glühen des auszureckenden Stabeisens angewendet werden.

Ein auf diese Weise construirtes, und in der Maximilianshütte bei Traunstein im Betriebe stehendes, Frischfeuer ist in Fig. 15., Taf. II., im senkrechten Durchschnitt und in Fig. 16. im Grundrifs nach *GH*, Fig. 15., dargestellt. *a* ist der innere Raum des Feuers, *b* der Raum zum Einsetzen und Anwärmen des Roheisens oder der auszureckenden Schirbel und Kolben. *d* der mit einem Gewölbe geschlossene Heizraum zur Erwärmung der Gebläseluft, in der spiralförmigen, gufseisernen Röhrenleitung, von der wir bereits auf Seite 142 d. Werks redeten. *e* Klappe zur erforderlichen Regulirung der durchziehenden Flamme und sonach zur Steigerung oder Verminderung des Hitzgrades. Das Gewölbe über dem Frischheerde, die innere Bekleidung des Glühofens *b*, das Fuchses *f* und des Raumes *d* bestehen aus feuerfesten Ziegelsteinen. *g* ist eine starke gufseiserne Platte. *ss* sind Tragschienen zur Auflage der in sieben Spiralwindungen übereinander liegenden Windcirculirröhren, mit denen von der Rückseite her die Röhrenleitung *o*, vom Gebläse ausgehend und vom siebenten Umgange des Apparats weg, eine in der Mitte senkrecht stehende Röhre, an welche die Ableitungsröhre unmittelbar anstöfst, um die erhitzte Gebläseluft durch den Windregulator *g* und die Düse *h* in den Heerd fortzuschaffen. *i i* ist das zur Düse führende Windrohr.

Sehr wichtig ist die Kenntnifs von der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens, weil sich nach dessen Verschiedenheit das Verfahren beim Verfrischen richtet. Was nun ferner die äufsere Gestalt des einzuschmelzenden Roheisens betrifft, so darf es nicht zu stark sein, weil es sonst zu schwer und mit Kohlen- und Zeitverlust abschmilzt; aber auch nicht zu dünn, weil es sonst zu schnell schmelzen und zu flüssig in den Heerd gelangen würde. Man macht die sogen. Gänze, d. h. die Roheisenstücke, höchstens 6 Fufs lang, höchstens 9 Zoll breit und höchstens $1\frac{1}{2}$ Zoll stark. Oft werden auch Brucheisen, Eingüsse, mifsrathene Stücke und sonstige Abgänge einer Giefserei, entweder auf die Gänze gelegt, oder unmittelbar in den Heerd gebracht.

Graues oder gaares Roheisen erfordert zwar eine gröfsere Hitze zum Einschmelzen als weifses vom übersetzten Gange des Ofens, allein es wird im Heerde vollkommen flüssig, das letztere aber nur breiartig. Spiegeleisen und das ihm nahe stehende weifsgaare, kommt dagegen auch in vollkommenen Flufs. — Aber auch bei dem Verfrischen, d. h. bei der Vereinigung des geschmeidig werdenden Roheisens zu einer Eisenmasse, weichen beide Arten wesentlich von einander ab. Erfolgt diese Vereinigung schnell, so sagt man, dafs es gaar im Feuer gehe; will sich aber das Eisen im

Heerde nicht leicht zu einer Masse vereinigen, so geht es roh. Bei viel fremdartige Beimischungen enthaltendem Roheisen mufs sowohl das Eine als auch das Andere sorgfältig vermieden werden, weil in jenem Falle schlechtes und in diesem Falle nur wenig Eisen dargestellt wird. Es müssen daher nach der Beschaffenheit des Roheisens Windführung und Maafs des Feuers, entweder auf den Gaar- oder auf Rohgang mehr oder weniger eingerichtet werden.

Graues Roheisen schmilzt schwerer als grelles; ersteres veranlafst also einen rohen und letzteres einen gaaren Gang. Beides ist nachtheilig, weil im erstern Falle zuweilen zwar viel, oft vielleicht auch gutes Stabeisen dargestellt werden kann, die Arbeit aber sehr erschwert wird, und in einer gewissen Zeit nur wenig Stabeisen erfolgt. Im letzten Fall wird in derselben Zeit zwar viel Stabeisen dargestellt werden können, allein es wird mürbe, und wenn das Roheisen nicht aus gutartigen Erzen und leichtflüssigen Beschikkungen erblasen ist, so erleidet es einen bedeutenden Abbrand. Neigt sich daher das Eisen zum Gaargange, so mufs das Feuer auf den Rohgang, und will es im Heerde nur schwer frischen, so mufs es auf den Gaargang eingerichtet werden. Gaares Roheisen ist demnach für den Frischprozefs rohschmelzig und grelles Roheisen gaarschmelzig.

Zuweilen tritt aber der Fall ein, dafs man das Feuer nicht auf den Gaargang einrichten darf, wenn gleich das Roheisen roh geht. So giebt graues, vorzüglich bei einem hitzigen Gange aus strengflüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen viel Schlacken, deren Absonderung beim Gaargange nicht gehörig erfolgen würde. Ist daher das Verhalten des Roheisens im Heerde nicht bekannt, so mufs man erst Versuche über die beste Einrichtung des Feuers anstellen.

Die für eine Frischoperation einzuschmelzende Roheisenmenge läfst sich nicht immer bestimmt angeben, weil man durch das gleichzeitige Ausschmieden des Eisens, besonders wenn diefs in schwachen Sorten besteht, oft länger zu schmelzen genöthigt ist. In der Regel nimmt man $2\frac{1}{2}$ bis 3 Preufs. Centner zu einem Frischen.

Einen wesentlichen Einflufs auf den guten Erfolg des Betriebes hat die Beschaffenheit der Holzkohlen. Harte erfordern ein stärkeres Gebläse, geben aber auch eine stärkere Hitze, weiche bedürfen, weil sie leicht verbrennen, keines so starken Gebläses, bringen aber auch keine so hohe Temperatur hervor. Bei jenen mufs der Feuerbau mehr auf den Gaargang eingerichtet sein, als bei letzteren, weil in der stärkern Hitze, welche sie geben, das Roheisen roher einschmilzt und langsamer frischt. Besonders verdienen kieferne Kohlen den Vorzug vor allen andern. Werden die Kohlen beim Brennen mit Sand abgelöscht und bei nassem Wetter angefahren, so nehmen sie in

ihren Spalten und Rissen Sandkörner auf und veranlassen dadurch oft einen sehr starken Rohgang, welcher durch den Feuerbau nicht verbessert werden kann. Die beste Gröſse, in welcher die Kohlen beim Frischen angewendet werden, ist die einer Faust oder eines Hühnereies, indem zu groſse Kohlen, besonders harte, dem Winde zu viele Lücken lassen, so daſs das Eisen kalt geblasen wird, und weil zu kleine den Wind nicht zum Roheisen durchlassen.

Obgleich Zuschläge bei der Frischarbeit eigentlich nicht angewendet werden, so ist doch ein Zusatz von 2 bis 10 Procent fein gepochter Kalk für schwefel- und phosphorhaltiges Eisen ein sehr gutes Verbesserungsmittel. Der Kalk muſs sogleich nach dem erfolgten Einschmelzen und im Anfang des Frischprozesses zugesetzt werden. Bei rohschmelzendem Roheisen ist ein Kalkzusatz ebenfalls sehr zu empfehlen, weil er das Gaarwerden des Eisens befördert. — Beim Rohgange lassen sich häufig Hammerschlag und gute Gaarschlacke (Eisenoxydul-Subsilicat) mit Vortheil anwenden, um einen gaaren Gang zu erhalten, wobei zugleich an Eisen gewonnen wird. Beim Gaargange bringt man wohl reinen Sand in den Heerd, allein es ist dieſs Mittel mit Zeit- und Eisenverlust verbunden. — Von Zeit zu Zeit Wasser ins Feuer zu gieſsen, hat zwar den eigentlichen Zweck, das zu schnelle Verbrennen der Kohlen zu verhindern, allein beim starken Rohgange leistet das Begieſsen des roh aufgebrochenen Eisens ebenfalls gute Dienste.

Die zum Verfrischen erforderliche Windmenge hängt von den verschiedenen Arbeiten in den verschiedenen Zeitperioden des Frischprozesses und von der Beschaffenheit des Roheisens und der Kohlen ab. Weiſses oder gaarschmelzendes Roheisen erfordert bei gleichen Formöffnungen einen stärkern Wind als graues. Schwächere und schlechtere Kohlen erfordern weniger Wind als bessere, weshalb bei einerlei Düsenöffnung in den verchiedenen Perioden des Frischprozesses ein schwächerer und ein stärkerer Wind erforderlich ist, und es dem Arbeiter überlassen bleiben muſs, die Quantitäten zu bestimmen.

Ferner ist beim eigentlichen Frischen die Beschaffenheit des aufgebrochenen Roheisens sehr zu berücksichtigen, indem der Gaargang mehr Wind, als der Rohgang erfordert. Zu Anfang des Frischens ist nicht soviel Luft erforderlich, als zu Ende desselben. Beim Anlaufen ist ein starker und schneller Windstrom erforderlich, um das schon gaare Eisen möglichst flüssig zu machen. — Zum Einschmelzen eines möglichst guten, gaaren, rohschmelzenden Roheisens werden in der Minute 140 bis 150 Kubikfuſs Luft erfordert; zu weiſsem oder gaarschmelzendem Eisen 160 bis 180 Kubikfuſs. Beim eigentlichen Frischen sind, je nachdem das aufgebrochene Eisen roh oder gaar geht, anfänglich 200 bis 210 zu Ende 240 bis 250 und beim Anlaufen 400 Kubikfuſs in der Minute erforderlich.

Der eigentliche Heerd oder das Feuer, d. h. der Raum, in welchem der Frischprozefs vorgenommen wird, besteht aus gufseisernen Platten, die einen länglich-viereckigen Kasten bilden. Es gehören hierzu die Boden- und drei oder vier Seitenplatten (Zacken), deren jede einen besondern Namen hat. Die Bodenplatte *c*, Fig. 73. und 74., nennt man den Frischboden oder Boden. Die vordere, von der Vorheerdplatte des Frischeerdes begrenzte Seite, heifst die Vorder- oder Arbeitsseite. Viele Heerde sind auf dieser Seite noch mit einem besondern Zacken, dem Schlackenzakken *d*, geschlossen. Die dieser Seite gegenüberstehende heifst die Hinter- oder Aschenseite, und der dort das Feuer begrenzende Zacken der Hinterzacken *e*. Der an der Formseite befindliche Zacken führt den Namen des Formzackens *f*; die der Formseite gegenüberstehende Seite, oder die Gichtseite, wird von dem vierten Frischzacken, oder dem sogen. Gichtzacken, begrenzt.

Auf dem Hinterzacken steht noch eine Platte, der Aschenzacken, die durch die Flamme in den Funkenfang getriebene Asche, Sand u. s. w. zurückzuhalten und verhindern, dafs sie nicht in den Heerd zurückfällt. Er dient auch dazu, beim Einschmelzen und Ausschmieden die Kohlen, und beim Frischen die aufgebrochenen gröfsern und kleinern Eisenbrocken und die Kohlen zusammen zu halten, und zu verhindern, dafs sie sich nicht aufser dem eigentlichen Feuerraum zerstreuen. — In dem Schlackenzacken befinden sich ein oder auch mehrere übereinander liegende Löcher zum Ablassen der Schlacke (Lachthohl), welche mit Kohlenlösche verschlossen und von Zeit zu Zeit geöffnet werden. Ist kein Schlackenzacken vorhanden, so ist die Vorheerdplatte mit dem Schlackenloch versehen. — Ueber der Vorheerdplatte endlich liegt eine andere, 8 bis 10″ breite gufseiserne Platte, die sogen. Schlackenplatte, die zum bequemern Manipuliren im Heerde, so wie zum Zusammenhalten des Eisens und der Kohlen dient.

Zacken und Boden werden durch den ununterbrochenen Betrieb sehr erhitzt, besonders letzterer, weshalb er durch eine darunter befindliche ausgemauerte Oeffnung, das sogen. Tümpelloch, welches mit einer gufseisernen Röhre in Verbindung steht, durch welche Wasser in jenes gebracht, abgekühlt werden kann. Es ist diefs erforderlich, wenn die Zacken rothglühend werden, mufs aber mit Vorsicht geschehen, damit der Boden nicht springt, denn wenn durch die Sprünge Wasserdämpfe in das Feuer treten, so erfolgt Rohgang. Eine feuchte Lage des Heerdes ist zu vermeiden, weil er sonst zu sehr abgekühlt wird.

Die Entfernung der Vorder- von der Hinterseite des Feuers ist gröfser, wie von der Form- nach der Gichtseite, wefshalb man erstere die Länge und letztere die Breite des Feuers nennt. — Die Zacken werden so fest-

gekeilt, dafs sie sich nicht verrücken können. Nachdem diefs geschehen, wird der Boden auf weichem Lehm eingelegt und der etwa bei nicht ganz passender Gröfse übrig bleibende Raum mit Gufs- oder Stabeisenstücken ausgefüllt und mit Lehm verstrichen. An den Form- und Hinterzacken mufs jedoch der Boden immer dicht anschliefsen, und es kann der Raum an der Vorderseite am besten ausgefüllt werden, weil diese Seite mit Lösche ausgefüllt wird.

Form- und Gichtzacken stehen weiter in den hintern Theil der Esse hinein, als die Länge des Feuers beträgt, und lehnen sich beide mit der einen Seite an das Mauerwerk des Frischheerdes. Beide nehmen den Hinterzacken in die Mitte, der sich unten genau an den Boden anschliefst und nun fest verkeilt wird.

Gewöhnlich ist der Heerd 32 Zoll lang und 24 bis 28 Zoll breit, jedoch kommt es auf beide Entfernungen nicht wesentlich an, weil der eigentliche Feuerraum mit Kohlenlösche ausgelegt wird. Eine gröfsere Länge als Breite erhält der Heerd, um das eingeschmolzene Roheisen mit grofsen Brechstangen bequem aufbrechen zu können, welches bei geringerer Länge nur schwierig sein würde. Wichtiger ist aber die Neigung der Zacken, die Lage des Bodens und seine Entfernung von der Form. Die Gicht- und Hinterzacken neigen sich gewöhnlich aus dem Heerde, welches zur Erleichterung des Herausbrechens der Luppe dient. Der Formzacken neigt sich dagegen in den Heerd, theils weil dadurch das schnelle Anwärmen des Zackens verhütet und die Hitze mehr in den Heerd gebracht wird, indem es ohnehin in der Nähe der Form stets am stärksten gaart, theils weil dadurch letzterer eine angemessene Lage gegeben werden kann. Sie kann nämlich dann etwas aus der Heerdgrube zurückgelegt werden und braucht nicht so weit über den Formzacken in den Heerd hineinzureichen, als bei einer senkrechten Stellung des Zackens nöthig sein würde, wodurch ein Heben der Form beim Ausbrechen der Luppe vermieden wird.

Der Boden liegt meistens ganz horizontal, indem sich dann jedes gute Eisen am besten verfrischen läfst. Beim starken Rohgang legt man ihn wohl am Gichtzacken höher als am Formzacken; beim starken Gaargang dagegen an der Gichtseite niedriger als an der Form. Jedoch ist ein solches Verfahren nicht zu empfehlen.

Ganz vorzüglich hängt der Erfolg des Frischprozesses von der Windführung, d. h. von der Stärke und Richtung des Windstroms, welche durch die Beschaffenheit und Lage der Form und der Düsen bestimmt werden, ab. — Fast ganz allgemein bedient man sich jetzt nur einer Düse, und nur da, wo die Frischfeuer noch mit alten Balgengebläsen versehen sind, wendet man wohl noch zwei an, da das durch letztere veranlasste

Kreuzen des Windes als schädlich erkannt ist. Eine Düse gewährt den Vortheil, dafs der Schmelzpunkt stets an derselben Stelle bleibt, ohne abzusetzen; sodann dafs beim Manipuliren im Heerd mehr Raum bei der Form gewonnen wird; und endlich dafs sich die Lage einer Düse während der Operation bequemer verändern läfst, wenn dem Windstrom eine mehr oder weniger geneigte Richtung zugetheilt werden soll. Dafs die Düse eine mit der Formmündung correspondirende Lage erhalten mufs und nicht etwa den Windstrom gegen eine Ecke der Formöffnung leiten darf, versteht sich von selbst. Die Düsen liegen $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll in der Form zurück, weil sie zugleich die Form abkühlen und gegen das Verbrennen schützen müssen.

Die Form liegt in dem sogen. Formkasten (Formstall), einem aus gufseisernen Platten bestehenden Behälter und unmittelbar auf dem Formzacken. Hat man ihr die gehörige Richtung gegeben, so wird sie im Formkasten festgemauert und die Düse, nachdem sie auch gehörig gerichtet ist, auf dem Blatt der Form festgekeilt. Um letztere möglichst unverrückbar zu machen, weil sie beim Manipuliren im Heerde oft Stöfse erleiden mufs, wird sie auch häufig noch mit sogen. Formschwänzen, nämlich mit zwei eisernen Klammern festgehalten, die auf einer Seite gegen das Blatt drücken und auf der andern im Formkasten befestigt sind. Kupferne Formen sind die besten, schon deshalb, weil an denselben leicht die oft erforderlichen Veränderungen der Mündung vorgenommen werden können, indem man sie auf ein sogen. Formeisen steckt, welches die innere Gestalt der Form besitzt. Man macht sie daher rothwarm und hämmert die Mündung enger oder weiter, worauf man sie glatt feilt. Die Kupferstärke der Form darf nicht zu grofs sein. Die Mündung ist gewöhnlich halbrund und ihre Weite hängt von der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens und der anzuwendenden Kohlen ab. Gaarschmelzendes Eisen erfordert eine engere, rohschmelzendes eine weitere Form; im ersten Falle ist sie höchstens $1\frac{3}{4}$ Zoll breit und $1\frac{1}{8}$ Zoll hoch, im letztern kaum 2 Zoll breit und $1\frac{1}{4}$ Zoll hoch.

Die Frischarbeit mit zwei neben einander liegenden Formen hat im Allgemeinen kein günstiges Resultat gegeben; mit besserem Erfolge hat man sich dagegen zweier gegenüberstehender Formen bedient, um in gleichen Zeiten gröfsere Stabeisenmengen zu produciren. Jedoch hat auch diese Einrichtung, besonders beim Einschmelzen des Roheisens, so grofse Unbequemlichkeiten, dafs auch die Versuche dieser Art keine Nachfolge gefunden haben.

Die Düse darf höchstens $2\frac{1}{2}$ Zoll in der Form zurückliegen; geringer kann die Entfernung füglich nicht sein, um die Form durch den Wind abzukühlen. Die Gestalt und Gröfse der Düsenöffnung mufs der der Formöffnung gleich sein.

Zuweilen giebt man den Formen eine Ober-, eine Unter- und eine Hintermündung, je nachdem entweder von der untern Lippe, so dafs die obere mehr hervorsteht, oder von der obern, so dafs die untere hervorsteht, oder von der Seite der nach dem Vorheerd gerichteten Mündung, um die hintere hervorstehen zu lassen, etwas stehen bleibt. Eine Obermündung wendet man an, wenn die Kohlen sehr leicht sind und schnell wegbrennen; eine Untermündung, wenn das Eisen sehr langsam abschmilzt, oder auch bei harten, schwer verbrennlichen Kohlen. Jedoch sind beide für die Frischarbeit nicht zuträglich und sollten vermieden werden. Eine Hintermündung wird gegeben, wenn ein starker Gaargang stattfindet, oder wenn der Windstrom zu sehr nach dem Hinterzacken gerichtet ist. Jedoch kann man die Abhülfe leichter dadurch erlangen, dafs man die Form etwas mehr vom Hinterzacken entfernt; ihre gewöhnliche Entfernung von demselben beträgt 9 Zoll. Eben so soll auch eine Richtung der Form nach dem Hinterzacken nie stattfinden, weil man den gröfsern Gaargang durch andere, vorzüglichere Mittel bewirken kann, wogegen eine Richtung nach dem Vorheerd zu den guten Mitteln zur Bezweckung des rohern Ganges gehört, auch das Ablaufen der Schlacken dadurch befördert wird.

Die Gröfse des Hineinragens hat weder einen Einflufs auf das Einschmelzen noch Frischen; allein wäre es zu gering, so würde der Formzacken zu sehr erhitzt und angegriffen werden, weshalb man den Schmelzpunkt etwas von dem Formzacken zu entfernen sucht. Jedoch würde ein zu weites Hineinragen der Form der Arbeit hinderlich sein, und sie würde beim Aufbrechen zu leicht verrückt werden können. Die gewöhnliche Entfernung der Mündung beträgt 3 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll.

Sehr wesentlich beim Feuerbau ist die Tiefe, d. h. die Entfernung des Bodens von der Oberfläche des Formzackens, welche durch das Höher- oder Tieferlegen des Bodens vermindert oder vergröfsert wird. Es wird durch die Lage des Bodens mehrentheils die Menge des in einer gewissen Zeit zu erhaltenden Stabeisens und die Güte desselben bestimmt; allein sie ist gänzlich von der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens abhängig. Da im Allgemeinen je tiefer das Feuer, um so roher der Gang, und je flacher es ist, desto gaarer derselbe, so erfordert weifses Roheisen einen tiefern und gaares einen flachern Feuerbau. Jedoch mufs von dieser allgemeinen Regel abgewichen werden. — Ein tieferes Feuer giebt in gleichen Zeiträumen weniger und schlechteres Eisen, als ein flacheres, es werden darin mehr Kohlen verbraucht, allein der Eisenabbrand ist geringer. Kann daher durch andere Mittel der Rohgang befördert werden, so ist es weit vorzuziehen. Bei nicht fehlerfreiem Roheisen darf die Tiefe nicht über 9 Zoll betragen und nur bei fehlerfreiem und gaarschmelzendem Roheisen kann sie bis zu

10 Zoll gehen. Rohschmelzendes Roheisen kann in flachern Heerden verfrischt werden, wobei an Zeit und Kohlen gewonnen, an Eisen aber in der Regel verloren wird. Die Tiefe beträgt in diesem Fall 7 bis 8 Zoll.

Rohschmelzendes Roheisen liefert gewöhnlich viele und sehr rohe Schlacke, und um dieser im Heerde Platz zu verschaffen, ist man oft genöthigt, ihn tiefer zu machen, als sonst wohl erforderlich wäre. — Für alles zum Kalt- und zum Rothbruch geneigte Eisen darf eben so wenig ein zu flacher als ein zu tiefer Feuerbau gewählt werden; je nachdem es gaarschmelzend, rohschmelzend, oder halbirt ist, mufs die Tiefe 9, $7\frac{1}{2}$ bis 8 oder $8\frac{1}{2}$ Zoll betragen.

Von Wichtigkeit ist ferner die Neigung oder das Stechen der Form, wodurch das Einfallen des Hauptwindstroms in den Heerd bestimmt wird, da er sich übrigens nach allen Richtungen ausdehnt. Zur genauen Bestimmung des Neigungswinkels der Form bedient man sich der Formwage. Ganz horizontal sollte man den Wind nie oder allenfalls nur bei einem, von allen fremden Beimischungen ganz freien Roheisen führen, weil zu viel Kohlen verbrennen, das Eisen zu gaar in den Heerd gelangt und ein Theil des Windes verloren geht. Man mufs die Neigungswinkel nach den Umständen verändern können, und diese Veränderung ist das beste Mittel, den Gaar- oder Rohgang im Heerde so zu bewirken, dafs das zu erzeugende Stabeisen gut ausfällt. Je gröfser die Neigung der Form ist, desto roher geht es im Feuer, je geringer dieselbe, desto gaarer; gaarschmelzendes Roheisen wird also eine geneigtere, rohschmelzendes eine weniger geneigte Form erfordern. — Zwischen der Tiefe des Feuers und der Neigung der Form oder der Richtung des Windstroms findet ein gewisses, von einander abhängiges Verhältnifs statt.

Es lassen sich daher die Regeln des Feuerbaues in folgenden Sätzen zusammenfassen.

Ein flaches, etwa 7 Zoll tiefes Feuer und flacher Wind erfordern ein sehr gutes, gaares, rohschmelzendes Roheisen; allein bei geringerer Güte desselben muss der Wind 6 bis 7 Grad stechen, welches aber auch zur Vermeidung eines starken Abbrandes bei dem besten Roheisen zweckmäfsig ist.

Bei einem $7\frac{3}{4}$ bis 8 Zoll tiefen Feuer und sehr stechendem Windstrom läfst sich ein nicht fehlerfreies und gaarschmelzendes Roheisen zu recht gutem Stabeisen verarbeiten. Der Gaargang des flachen Feuers wird durch die Neigung der Form wieder aufgehoben und in einen minder gaaren Gang umgeändert.

Ein höchstens $9\frac{1}{2}$ Zoll tiefes Feuer und flaches Feuer und flacher Wind, setzen ein gutes gaarschmelzendes Roheisen voraus. Jedoch ist es besser, ein nur $8\frac{1}{2}$ bis höchstens 9 Zoll tiefes Feuer und eine 9 bis 10 Gr. stechende

Form zu nehmen, wenn man recht gutes Stabeisen gewinnen will. Ein bis zur oben angegebenen Grenze tiefes Feuer und ein geneigter Windstrom sind zu einem nicht fehlerlosen gaarschmelzenden Eisen erforderlich. Eben so läfst sich auch das mehrste halbirte Roheisen bei diesem Feuerbau verfrischen.

Sehr gaarschmelzendes Roheisen erfordert ein $9\frac{1}{2}$ bis 10 Zoll tiefes Feuer und stark stechenden Wind; ist ein solches Roheisen von vorzüglicher Beschaffenheit, so können ein tiefes Feuer und ein flacher Wind angewendet werden.

Die beim Frischprozefs angewendeten Werkzeuge oder Gezähe sind folgende:

1. Dreierlei Brechstangen, eine grofse von 30 bis 36 Pfd. zum Aufbrechen, eine kleinere, mit der kleinere Stücke aufgebrochen und an den erforderlichen Ort gebracht werden; endlich ein sogen. Schlackenspiefs zum Abstechen der Schlacke und zum Untersuchen des Zustandes von dem eingeschmolzenen Eisen.

2. Einige Anlaufstangen, die mit hölzernen Griffen, um sie, wenn sie sehr kurz geworden sind, besser fassen zu können.

3. Eine Kohlen- und eine kleinere Heerdschaufel.

4. Ein Formhaken zum Reinigen der Form.

5. Der rechtwinklig gebogene Luppenhaken zum Herausziehen der Luppe aus dem Feuer, mit einem hölzernen Handgriff versehen.

Der Frischprozefs zerfällt in zwei Abtheilungen, in das Einschmelzen des zu verfrischenden Roheisens und in die eigentliche Frischarbeit; während des erstern werden zugleich die Kolben von der vorigen Luppe gewärmt und ausgeschmiedet.

Die bei dem Frischprozefs gebildeten Schlacken und Abgänge sind folgende:

1. Rohschlacke entsteht beim Einschmelzen und bei einem sehr rohen Gange, so wie auch noch nach dem Aufbrechen des halbgaaren Eisens. Im Heerd ist sie flüssig, erstarrt schnell an der Brechstange und fällt von derselben ab. Aus dem Schlackenloch fliefst sie sehr flüssig mit dunkelrother Farbe ab, erstarrt sehr bald, ist dann schwarzgrau, metallisch glänzend, löcherig und nicht sehr schwer. Im Heerde ist sie dünnflüssig und verhindert, wenn sie in grofser Menge vorhanden ist, das Frischen des Eisens, befindet sich stets über demselben, oben im Heerde, und mufs daher hoch abgelassen werden, damit nicht Eisen mit abfliefsen kann. Nach dem Rohaufbrechen wird sie durch den Wind oft in grofser Menge, in Gestalt kleiner rother oder blauer Sternchen, die sehr bald erstarren, aus dem Heerde getrieben. Sehr rohe Schlacke ist gänzlich unbrauchbar, aus einiger gewinnt

man den bedeutenden Eisengehalt durch Zusatz bei der Beschickung des Hohofens.

2. Gaare Schlacke entsteht kurz vor und nach dem Gaaraufbrechen, so lange sich das Eisen noch im Heerde befindet. Sie zieht sich ganz auf den Boden und mufs daher tief abgelassen werden, welches jedoch nur dann geschieht, wenn sie zu viel vorhanden ist und hinderlich wird. Besser ist es aber, sie gar nicht abzulassen, sondern sie, durch Aufbrechen beim Gichtzacken, nach demselben hinzuleiten, weil sonst Eisen verloren geht. Sie fliefst langsam, mit hellweifser Farbe und erstarrt nicht so schnell, wie die rohe Schlacke. Der Wind treibt sie als silberweifse Sternchen (Zünder) aus dem Heerde. Erstarrt hat sie eine eisengraue Farbe, besitzt nicht das geflossene Ansehn der Rohschlacke, sondern nimmt verschiedene äufsere Gestalten an, ist schimmernd von Halbmetallglanz und schwer. Sie enthält zwischen 80 bis 90 Proc. Eisenoxydul und ist der beste Zuschlag beim Rohgang, indem sie nicht allein das Gaarwerden befördert, sondern auch den Eisenverlust durch Reduction eines Theils ihres eigenen Eisengehalts vermindert. Sie mufs sorgfältig ausgehalten und von der Rohschlacke gesondert werden.

3. Schwahl ist die im Heerde zurückgebliebene Gaarschlacke, welche sich auf dem Boden und an die Luppe anhängt und bei deren Herausbrechen abgestofsen wird. Beim Ausbrechen der Luppe wird der Schwahl nicht aus dem Heerde genommen, sondern in seiner Mitte zusammengebracht, und das einzuschmelzende Roheisen theilweise darauf gelegt, indem er ein sehr wirksames Mittel zum Gaaren des Eisens ist.

4. Hammerschlag entsteht beim Zängen, d. h. Zusammenpressen der Luppe und beim Ausschmieden der Kolben zu Stäben, oft in sehr bedeutender Menge, besonders bei der ersten Bearbeitung der Luppe unter dem Hammer. Er kommt mit dem Glühspan oder Schmiedesinter der Kleinschmiede überein, besteht aus feinen Blättchen und wird zur Beförderung des Gaarens beim Frischen zugesetzt.

Alles viel Silicium enthaltende Roheisen giebt eine rohere Frischschlacke als das weniger enthaltende; besonders ist diefs bei Koaksroheisen der Fall, welches bei einem hitzigen Gange und aus strengflüssiger Beschickung, oder bei kaltem Gange erblasen ist. Die zuerst entstehende Kohle ist immer roher, d. h. reicher an Kieselerde, als die später sich bildende, und so geht die Rohschlacke nach und nach in Gaarschlacke über, deren Kieselgehalt zuletzt sehr gering wird. Je mehr Kieselerde eine Frischschlacke enthält, je mehr sie also Rohschlacke ist, je geringer ist ihre entkohlende Einwirkung auf das Roheisen; je mehr Eisenoxydul sie aber enthält, je mehr Gaarschlacke sie ist, desto entkohlender wird sie wirken, indem sie so

lange Eisenoxydul abtreten kann, bis sie wieder in den Zustand des Silicats gelangt.

Die Verwandlung des Roheisens in Frischheerden wird nur durch die Einwirkung des Eisenoxyduls in der Gaarschlacke auf die Kohle im Roheisen bewirkt; der Windstrom des Gebläses oder der natürliche Luftzug der Flammöfen wirken zu stark, es wird dadurch nicht allein die Kohle verbrannt, sondern auch das Eisen oxydirt. Das auf diese Weise sich bildende Eisenoxydul ist es aber, durch welches der eigentliche Frischprozefs eingeleitet wird. Nur ist es nicht zu vermeiden, dafs mehr Eisen oxydirt wird, als zum Verbrennen der Kohle erforderlich ist. — Man hat, zur Ersparung von Brennmaterial und zur Verminderung des Eisenverlustes den Vorschlag gemacht, das flüssige Roheisen unmittelbar aus dem Hohofen in ein Bad von geschmolzener Frischschlacke auf den Heerd eines Flammenofens zu leiten; allein um nicht nur die Kohle, sondern auch Silicium, Mangan u. s. w. aus dem Roheisen abzuleiten und um daher ein gutes und festes Stabeisen darzustellen, mufs das Roheisen die unmittelbare Einwirkung des Luftstroms in der Schmelzhütte erfahren. — Auf Roheisen, welches in einzelnen Tropfen vor der Form in Frischheerden niederschmilzt, wird der Windstrom oxydirender einwirken, als auf solches, welches nur in einem breiartigen Zustande niedergeht, und darin ist der Grund zu suchen, warum das graue und an sich unreinere, d. h. mit mehr Silicium und Mangan verbundene Roheisen, beim Verfrischen in Heerden ein besseres Stabeisen giebt, als das aus denselben Erzen erblasene weifse und gaarschmelzende Roheisen, wenn dasselbe nicht mit vorzüglicher Sorgfalt behandelt wird. — Rohschlacke enthält 68 bis 69 und Gaarschlacke 60 bis 84 Procent Eisenoxydul.

Wir wenden uns nun zu der Betrachtung des Frischprozesses selbst. Ist auch der Feuerbau nach der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens eingerichtet, so hat man doch noch grofse Sorgfalt auf das Einschmelzen zu verwenden. Man mufs sich dabei von der Art des Ganges überzeugen, indem man das Feuer häufig mit dem Schlackenspiefs untersucht. Sehr flüssiges Verhalten des Eisens zeugt von einem sehr rohen, ein weicher, teigartiger Zustand von einem guten, nicht zu rohen Gange. Kann man aber mit dem Spiefs nicht mehr durch die Eisenmasse dringen, so ist dies ein Beweis von einem zu gaaren Gange.

Soll der Frischprozefs begonnen werden, so untersucht man zuvörderst den Hitzgrad der Zacken und ob es nöthig ist, Wasser in den Tümpel zu leiten und den Heerd abzukühlen. Darauf wird der ganze Vorheerd mit Lösche umstellt; Schwahl und Gaarschlacke von der vorigen Luppe werden entweder sämmtlich im Heerde gelassen oder theilweis herausgenommen, der Boden wird mit den kleinen Kohlen vom vorigen Frischen belegt. Der

Heerd ist daher gänzlich durch diese und durch Lösche begrenzt, theils um den Kohlenaufwand zu vermindern und um durch Concentration des Heerdraumes dem Winde mehr Wirksamkeit zu verschaffen. Die Lösche mufs, damit sie nicht vom Winde fortgetrieben wird, angefeuchtet werden. Die auf dem Gichtzacken, der Form gegenüber, liegende Ganz wird nun in den Heerd gerückt und bei grauem Roheisen der Form bis auf 6 Zoll genähert, während weifses Roheisen vom übersetzten Gange weiter davon entfernt bleibt. Bei der Anwendung von Roheisen, welches zum Rohgange geneigt ist, werden Schwahl und Gaarschlacke von dem vorigen Frischen sämmtlich benutzt. Bei sehr gaarschmelzendem Roheisen setzt man 20 bis 30 Pfd. Brucheisen in den mit Gaarschlacke versehenen Heerd, um es schnell einschmelzen zu lassen, wodurch es etwas roher bleibt. Will man mehr Brucheisen mit anwenden, so legt man es auf die Ganz. Aber auch des schnellern Einschmelzens wegen, z. B. wenn nur Kolbeneisen geschmiedet wird, bringt man ein Stück Eisen in den Heerd. Als äufserstes Mittel beim Gaargange kann Sand angewendet werden, jedoch thut man dies nicht gern.

Nachdem nun Kohlen über das Feuer gestürzt worden sind, wird das Gebläse angelassen, und zwar giebt man beim Verfrischen von gaarschmelzendem Roheisen mehr Wind mit gröfserer Geschwindigkeit, als bei der Verarbeitung von rohschmelzendem Roheisen. Es ist alsdann dahin zu sehen, dafs der Wind die Lösche und die Kohlen im Heerde nicht auseinander treibt, weshalb dieselben befeuchtet und zusammengehalten werden müssen; dafs sich die Rohschlacke nicht zu sehr anhäuft; endlich dafs die Ganz in dem Maafse, als sie abschmilzt, mit der Brechstange nachgeschoben wird. Die Schlacke darf nicht zu tief abgelassen werden, weil es sonst im Feuer zu trocken geht und ein gröfserer Eisenverlust entsteht. Von Zeit zu Zeit, besonders gegen das Ende des Einschmelzens, wird die Beschaffenheit des Eisens untersucht. Geht es zu gaar, so vermehrt man den Wind, geht es zu roh, so bricht man es beim Gichtzacken etwas auf, d. h. man hebt es mit der auf die Schlackenplatte gestützten Brechstange etwas in die Höhe und setzt auch beim Gichtzacken Schwahl oder Gaarschlacke in den Heerd und wiederholt das Aufbrechen, wenn jenes noch nichts geholfen hat. — Nie mufs das eingeschmolzene Eisen gegen das Ende des Einschmelzens zu roh oder zu gaar sein, sondern es mufs sich wie ein Teig anfühlen lassen.

Es beginnt nun die eigentliche Frischarbeit, welche in das Rohaufbrechen des eingeschmolzenen und in das Gaaraufbrechen des halbgaaren Eisens zerfällt. Sobald das Einschmelzen vollendet ist, wird, bei ununterbrochenem Gange des Gebläses, die Lösche vom Vorheerd weggeräumt, die Schlacke abgelassen, das eingeschmolzene Eisen von Kohlen entblöfst, man stöfst den im Schlackenloche und den zwischen Gichtzacken und

dem eingeschmolzenen Eisen befindlichen Schwahl mittelst der Brechstange ab, und schreitet zum Rohaufbrechen.

Zu dem Ende wird die grofse Brechstange beim Gichtzacken bis auf den Boden niedergeführt, dann in diagonaler Richtung unter die Eisenmasse gebracht, darauf gehoben und auf solche Weise von dem Formzacken gelöst und mehr nach den Gichtzacken gerückt, so dafs die Form frei wird und die Eisenmasse nach allen Richtungen gekehrt und gewendet werden kann.

Das weitere Verfahren richtet sich nach der Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens und es lassen sich dabei drei Fälle unterscheiden. Es war das Eisen entweder zu gaar, oder zu roh, oder gehörig gaar eingeschmolzen und man unterscheidet daher das Klumpfrischen, das Durchbrechfrischen und das combinirte Frischen als die verschiedenen Arten der deutschen Frischschmiede.

War das Eisen zu gaar in den Heerd gelangt, so bildet es beim Aufbrechen nur einen einzigen Klumpen und dieser wird dann mit der Brechstange im Zusammenhange umgewendet, so dafs die oberste Seite unten hin und der vorher der Form zugekehrte auf der Gicht-Seite zu liegen kommt. Unter solchen Umständen ist zwar die Arbeit leicht, indem man das Eisen nur über den Kohlen zu erhalten und das Feuer darunter anzufachen braucht, bis jenes den Grad der Gaare erhalten hat, dafs es völlig heruntergeschmolzen werden kann. Jedoch verliert man dabei an Zeit, Kohle und Eisen, da ein schwacher Wind und häufiges Bedecken des Eisens mit Kohlen die einzigen Mittel sind, das zu gaare Eingehen desselben zu verhindern. — Die sich im Heerde ansammelnde Schlacke wird nicht ganz abgelassen, damit das heruntergeschmolzene Eisen nicht ganz den Boden berührt.

Ist das eingeschmolzene Roheisen noch sehr roh, wie z. B. bei der ersten Luppe eines von Neuem in Betrieb gesetzten Feuers, so sammelt sich oft so viel Rohschlacke, dafs man sie vor dem Rohaufbrechen gänzlich ablassen mufs. Die Eisenmasse theilt sich dann in mehrere kleine Stücke, die man, von der Gicht anfangend, nach der Form zu in die Höhe hebt und aus dem Heerde schafft. Nun werden frische Kohlen ins Feuer gebracht, diejenige Eisenmasse, welche vorhin bei der Gicht aufgebrochen war, nach der Formseite gerückt, und umgekehrt das vorhin bei der Form befindlich gewesene Eisen nach der Gichtseite geschafft, weil es schon eine mehr gaare Beschaffenheit erhalten hat. Ist das Stück sehr gaar, so bringt man es ganz aus dem Windstrom, über die Form, um es beim zweiten Rohaufbrechen oder beim Gaaraufbrechen mit durchgehen zu lassen. Ist alles Eisen in die Höhe gehoben und auf Kohle gelegt, so setzt man auch wohl bei der Gichtseite Gaarschlacken und Schwahl auf, jedoch nie zu viel, und läfst das Gebläse zuerst langsam wirken, damit sich die Theile mit einander vereinigen.

welches man auch durch Arbeiten mit der Brechstange und Heerdschaufel zu befördern sucht. Um Rohgang zu vermeiden, dürfen entstehende Lücken und Zwischenräume nicht mit Kohlen ausgefüllt werden. Ist die Verbindung der Eisenklumpen gröfstentheils erfolgt, so wird der Windstrom zur Erregung einer höhern Temperatur verstärkt, wobei die flüssige Rohschlacke als rothe und blaue, schnell erkaltende Sternchen weggetrieben wird, so dafs man sie, wenn sich nicht viel bildet, nicht abzulassen braucht, indem diefs während der Frischperiode stets mit Eisenverlust verbunden ist. Bei der Gichtseite wird wohl eine Schaufel voll Hammerschlag in den Heerd gesetzt. — Dieses sogen. Durchbrechfrischen erfordert viel Zeit und Kohlen, giebt aber ein gutes Eisen und durch Anwendung der Gaarschlacke wird der Eisenverlust vermindert.

Am besten ist es jedoch, das Eisen gehörig gaar einzuschmelzen, beim Rohaufbrechen dasselbe in 3 bis 4 Theile zu zertheilen, welche von der Gebläseluft gehörig durchwirkt und in der kürzesten Zeit zur Gaare gebracht werden können. Zuerst bricht man beim Gichtzacken auf, bringt die aufgebrochene Masse aus dem Feuer, bricht dann in der Mitte und zuletzt beim Formzacken auf, bringt die Stücke auch aus dem Feuer und frische Kohlen hinein. Da die vor der Form liegenden Theile schon eine ziemliche Gaare erlangt haben, so werden sie dem Winde nicht länger ausgesetzt, sondern über die Form gelegt, die noch rohern Stücke aber, die beim Gichtzacken lagen, dem Windstrom gegenüber gebracht, damit sie gaaren. Darauf wird der Wind verstärkt, und wenn der Gang noch etwas roh sein sollte, eine Schaufel voll Hammerschlag in den Heerd gesetzt. Wird es zu roh im Heerde, so verstopft man alle Zwischenräume mit Kohlen. Der Vorheerd mufs mit gehörig befeuchteter Lösche geschlossen sein.

Ist auf diese Weise alles Eisen vor der Form niedergeschmolzen und man bemerkt, dafs dasselbe noch roh ist, so bricht man zum zweiten Mal roh auf, welches jedoch einfacher als das erste ist, weil sich das Eisen in den meisten Fällen nur in 2 oder 3 Theile theilt. Bei sehr rohschmelzendem Eisen ist auch wohl noch ein drittes Rohaufbrechen erforderlich, jedoch nur mit grofsem Zeit- und Kohlenverlust. Ob mehrere Male aufgebrochen werden mufs, erkennt man bei guten, trockenen Kohlen an der Heerdflamme. Ist sie weifs, so deutet diefs auf einen guten Gang, bei dem ein neues Rohaufbrechen nicht mehr erforderlich ist; eine bläuliche Flamme aber auf einen rohen Gang, der ein ferneres Rohaufbrechen nothwendig macht. Hat sich das Eisen im Heerde zu einem Klumpen gebildet und ist es röthlichweifs und roth, so mufs es nochmals roh aufgebrochen werden; besitzt es aber eine gelblichweifse Farbe und werden silberweifse Funken aus dem Heerde getrieben, so bedarf es des Rohaufbrechens nicht weiter.

Auf einigen Hütten läfst man das Roheisen ganz roh eingehen und mufs es dann vor dem Rohaufbrechen erst abkühlen, weshalb man diefs Verfahren das Kaltfrischen nennt. Sobald die Ganz aus dem Heerde gerückt ist und die Kohlen von dem eingeschmolzenen Roheisen abgeräumt sind, wird das Gebläse sogleich eingestellt, das glühende Eisen mit Wasser begossen, worauf es 10 bis 30 Minuten lang im Heerde steht, um zu erstarren. Während dem wird die Schlacke mit einer Schaufel weggenommen und dann roh aufgebrochen, indem der einzige Klumpen gewendet wird. Es ist diefs aber ein verwerfliches, mit Zeit-, Kohlen- und Eisenverlust verbundenes Verfahren. — Man mufs ein ähnliches Verfahren auch bei solchem Roheisen anwenden, welches viel Rohschlacke giebt, indem man dasselbe nach dem Einschmelzen mit Wasser begiefst, um die Schlacke zum Erstarren zu bringen und oben abzunehmen, wobei aber kein Abkühlen des Eisens beabsichtigt wird.

Viel Phosphor enthaltendes Roheisen mufs sehr roh eingeschmolzen werden, um den gröfsten Theil des Phosphors in Phosphorsäure verwandeln und so fortschaffen zu können. Jedoch wird von der Behandlung dieses Eisens noch weiter unten die Rede sein.

Es folgt nun das Gaaraufbrechen, welches bei nicht ganz fehlerlosem Eisen durchaus nothwendig ist, indem es durch das Niederschmelzen beim ersten Rohaufbrechen noch nicht völlig gaar geworden, welches nur höchstens bei leicht frischendem und gutartigem Roheisen der Fall ist, wobei freilich eine zu grofse Zeit- und Materialien-Ersparung stattfinden würde.

Soll gaar aufgebrochen werden, so wird der ganze Eisenklumpen mit einer grofsen Brechstange ganz in die Höhe und über die Form gehoben, aber nicht auf kalte frische, sondern auf die schon im Heerde vorhandenen glühenden Kohlen gesetzt. Der Windstrom mufs gänzlich unter dem Eisenklumpen wegstreichen und das Niederschmelzen desselben veranlassen; vorher mufs der Boden gereinigt und der auf demselben befindliche Schwahl aufgehoben werden. Man fährt deshalb mit der Brechstange zuerst unter die Form, dann längs dem Vorheerd und endlich kreuzweis von der Vorheerd- und Formzackenecke nach der entgegengesetzten Ecke, welche die Gicht- und Hinterzacken bilden, so wie auch von der Vorheerd- und Gichtzackenecke nach der Ecke, die durch das Zusammentreffen des Hinter- und Formzackens entsteht. Angesetzte Massen werden losgestofsen und in die Höhe gehoben.

Nachdem nun das Eisen seine neue Lage in der Feuergrube erhalten hat, so wird sie mit frischen Kohlen beschüttet und mit Wasser begossen, um sie länger über der Form zu erhalten, welches besonders bei einem etwas rohen Gange nothwendig ist. Das Eisen darf nicht zu gaar sein,

indem es sonst nur schwierig niederzuschmelzen sein und das Anlaufen schlecht gehen würde. Da, sowohl um das Eisen in eine wallende Bewegung zu setzen, als auch um die Schlacke vollkommen abzuscheiden, eine sehr hohe Temperatur nöthig ist, so mufs ein starker Windstrom eingelassen werden. Das Eisen wird vor der Form fast im flüssigen Zustande niedergeschmolzen, geräth dabei in eine kochende Bewegung und es wird nun noch die Kohle am vollkommensten abgeschieden. Es kommt daher im gaaren Zustande auf dem Boden an, indem es von den Schlacken umgeben ist. Der Klumpen darf weder zu langsam noch zu schnell niederschmelzen, indem er im erstern Falle, im zu gaaren Zustande, nicht gehörig von dem Winde durchströmt und im letztern zu roh niedergehen würde. Ist er zu gaar, so bedeckt man ihn fleifsig mit frischen Kohlen, und ist er zu roh, so feuchtet man ihn fleifsig mit Wasser an. Ist zu viel Schlacke vorhanden, die besonders beim Anlaufen hindern kann, so läfst man sie ab.

Auf manchen Hütten schreitet man, wenn das Eisen niederschmilzt und in eine kochende Bewegung geräth, zum Anlaufnehmen oder Anlauflassen. Dieses Verfahren hat folgende Vortheile:

1. Gewinn an Zeit und vergröfserte Production.
2. Kohlenersparung, da die Luppe in kürzerer Zeit ausgeschmiedet wird.
3. Gewinnung eines vorzüglich guten Stabeisens, indem selbst das Luppeneisen besser ausfällt, jedoch schlechter als das Anlaufeisen. — Diese Verschiedenheit beim Eisen von einer jeden Luppe ist auch der Anlaufmethode stets zum Vorwurf gemacht worden.

Das Verfahren dabei ist folgendes: Man bewegt eine Brechstange, von der Schlackenplatte bis nach dem Hinterzacken, nach verschiedenen Richtungen unter der Eisenmasse, aber immer in der Horizontalebene der Form. Zeigt sich beim Herausziehen an der Spitze der Brechstange eine milchweifse, festsitzende Schale, so sucht man eine Pfanne oder Höhlung zu bilden, in die man den Anlaufstab ungehindert wieder hineinschieben kann, ohne in das niederschmelzende Eisen zu gerathen, weil es gerade vor der Form am flüssigsten und am reinsten von der Schlacke geschieden ist. Nachdem die Pfanne mit der Brechstange gebildet worden ist, hält man den Anlaufstab hinein, dreht ihn zuweilen um und nimmt ihn, sobald sich Eisen angesetzt hat, heraus, kühlt dasselbe in Wasser ab, damit die Lösche abspringt, schweifst es unter dem Hammer durch einige Schläge aus, kühlt es wieder ab, um das schnellere Anlaufen zu befördern und wiederholt diefs so oft, bis der Anlaufkolben 16 bis 20 Pfd. schwer ist. Derselbe wird darauf ausgeschmiedet und vom Anlaufstabe abgehauen, während welcher Zeit ein zweiter Anlaufstab eingehalten und damit eben so und dann wieder

mit dem ersten wie mit dem zweiten u. s. w. verfahren wird, bis alles Eisen niedergeschmolzen ist und das Kochen und Anlaufen aufhört.

Die bei dem Kochen des Eisens entstehende Schlacke ist dem Anlaufen hinderlich und mufs daher fortgeschafft werden, jedoch ist es am besten, ihr beim Gichtzacken durch Aufbrechen Abzug zu verschaffen, denn es würde unzweckmäfsig sein, sie ganz abzulassen und durch Entblöfsen des Eisens dasselbe verbrennen zu lassen, welches sich durch eine auflodernde Flamme zeigt, worauf Hammerschlag in den Heerd gebracht werden mufs. Nur die zu viele Schlacke mufs abgelassen werden, wie denn überhaupt ein zu häufiges Ablassen der Schlacke beim Gaareingehen stets auf einen fehlerhaften Gang deutet.

Die Menge des zu nehmenden Anlaufeisens richtet sich theils nach der Menge des eingeschmolzenen, theils nach der Beschaffenheit des gaar aufgebrochenen Eisens und theils nach der Fähigkeit der Arbeiter. Bei einem guten Verfahren kann ein Viertel bis ein Drittel des gaaren Eisens durch Anlaufenlassen gewonnen werden.

Nach Beendigung des Anlaufens läfst man wieder weniger Wind ein und schreitet zum L u p p e n m a c h e n. Die durch den Windstrom fortgetriebenen kleinen Eisenstücken, welche zerstreut zwischen den Kohlen auf dem Heerde liegen, sucht man sorgfältig hervor und bringt sie auf den entblöfsten Eisenklumpen, damit sie sich mit demselben vereinigen. Darauf giebt man der nun fertigen Luppe durch Schlagen mit dem Haken eine möglichst ebene Oberfläche, kühlt sie wohl durch Besprengen mit Wasser ab, sperrt den Wind ab, hebt sie in die Höhe, stöfst den Schwahl möglichst in den Heerd zurück, nimmt sie aus demselben heraus und beklopft sie mit grofsen eisernen oder hölzernen Schlägeln, um ihr eine ebenere Oberfläche zu geben und damit sie sich beim Zängen bequemer behandeln läfst. — Der Heerd wird dann sogleich zum fernern Einschmelzen eingerichtet.

Eine gut gefrischte Luppe mufs die Länge des Heerdes vom Form- nach dem Gichtzacken haben und länglicht-rund sein; sie mufs beim Herausbrechen eine milchweifse Farbe und Fettglanz besitzen; beim Zängen mufs sie sich von dem gaaren Schwahl und von dem Hammerschlag gleichsam abschälen, die Hammerschläge leicht annehmen und nicht zu viel flüssige Schlacke entlassen.

Es ist nun der chemisch-technische Theil des Prozesses zur Darstellung des Stabeisens oder das eigentliche Verfrischen des Roheisens vollendet und es tritt ein mechanisch-technischer Prozefs ein, um dem gefrischten Eisen die äufsere Form zu geben, welches bei der deutschen Frischmethode stets unter dem Hammer geschieht, da schon die Gröfse der Luppe die erste Bearbeitung zwischen Walzen gar nicht gestattet.

Wir müssen uns nun zuvörderst zu einer Betrachtung der Hammerwerke wenden.

Nach der Art, wie die Hämmer durch die an den Hebekränzen befindlichen Hebedaumen in die Höhe gehoben werden, unterscheidet man drei verschiedene Arten von Hämmern, nämlich Aufwerf-, Schwanz- und Stirnhämmer. Der Mechanismus des Schmiedens ist bei allen derselbe, indem das zu schmiedende Eisen auf einen, gewöhnlich gufseisernen, Ambofs gelegt und durch die wiederholten Schläge des gewöhnlich schmiedeeisernen und verstählten Hammers zusammengedrückt und ausgedehnt wird. Die Hammergerüste oder die Vorrichtungen, in denen die Hämmer liegen und bewegt werden, haben dagegen bei den verschiedenen Arten von Hämmern eine verschiedene Einrichtung. Wir betrachten hier zuvörderst die Aufwerfhämmer, indem von den Stirnhämmern bei dem Puddelfrischen und von den Schwanzhämmern bei der Anfertigung der feinern Eisensorten geredet werden wird.

Die Aufwerfhämmer, von denen die Fig. 75 und 76 eine der gewöhnlichern Einrichtungen in einer Seiten- und Vorderansicht darstellt, sind einarmige Hebel, bei denen die Last der Hammer ist, und die Kraft an einem Punkt des Hebels zwischen der Last und dem Ruhe- oder Drehungspunkt des Hebels wirkt. Wenn die ganze Länge des Hebelarmes oder des Hammerhelms *m* in drei Theile getheilt wird, so läfst man die Kraft oder die Daumen — Frösche *b* — des Hebekranzes gewöhnlich auf den dritten Theil der Länge des Helms, vom Hammer an gerechnet, angreifen. Je näher der Angriffspunkt dem Hammer ist, desto geringer wird die zu überwindende Last, aber auch desto geringer die Hubhöhe des Hammers *t*, folglich desto geringer seine Wirksamkeit sein. Die Hubhöhe des Hammers, oder die gröfste Entfernung der Ambofsbahn von der Hammerbahn beträgt 25 bis 30 Zoll, und nur so viel mufs der Hammer durch die Frösche gehoben werden. Je näher sich der Angriffspunkt der Frösche oder der Daumen des Hebekranzes an dem Ruhepunkt des Helms befindet, desto kürzer können die Daumen sein, um eine gleiche Hubhöhe hervorzubringen. Durch die kürzern Daumen wird zwar der Hebel an der Wasserradwelle *a* ebenfalls verkürzt, folglich die vom Wasserrade zu überwindende Last vermindert; allein in demselben Verhältnifs wächst die Last, welche die Daumen zum Heben des Hammers zu überwinden haben. Die vom Wasserrade bewegten Daumen sind nämlich als Hebelsarme anzusehen, welche zu einem zweiarmigen Hebel gehören, dessen Ruhepunkt die Axe des Rades oder die Welle ist. Je kleiner daher der Arm, an welchem die Kraft wirksam ist, sein kann, desto weniger Last würde das Wasserrad zu überwinden haben, wenn der Arm dieses zweiarmigen Hebels nicht wieder auf einen einarmigen

Hebel wirken müfste, dessen Last um so schwerer zu überwinden ist, je näher die Kraft an seinem Umdrehungspunkt wirkt. Deshalb macht man die Hebelsarme an der Wasserradwelle lieber etwas länger, um dieselbe Hubhöhe herauszubringen, wenn der Angriffspunkt am Helm mehr nach dem Hammer zu gerückt wird.

Den Ruhe- oder Drehungspunkt des Hammerhelms bildet die Hülse *cc*, durch welche der Helm gesteckt ist. Dieselbe wird mit ihren beiden Zapfen in die für sie bestimmten Zapfenlager eingekeilt, so dafs sie sich nicht verrücken kann, sondern blos die auf- und niedergehende Bewegung des Hammers zuläfst. Es ist einleuchtend, dafs der Hammerhelm der Wasserradwelle so nahe als möglich liegen mufs, um den durch die Frösche des Hebkranzes gebildeten Hebel nicht unnöthig zu verlängern. Deshalb mufs auch der der Wasserradwelle zugekehrte Zapfen der Hülse so kurz als möglich sein.

Die Hubhöhe des Hammers wird durch den Reitel *d*, nämlich durch ein Stück Holz, gegen welches der Kopf des Hammers schlägt, wenn er seine gröfste Höhe erreicht hat, bestimmt. Diefs Anschlagen gegen den Reitel ist nothwendig, theils weil der Hammer bei einem sehr raschen Gange des Wasserrades zu hoch in die Höhe geschnellt werden könnte und erst wieder niederfallen würde, wenn der folgende Hebedaumen den Helm schon wieder ergreift, wodurch der Hammer gefangen werden würde und gar nicht auf den Ambofs niederfallen könnte; theils damit er durch die Elasticität des Reitels eine neue Schnellkraft erhält und mit desto gröfserer Kraft auf den Ambofs schlägt. Reitel und Helm müssen daher auch aus dem besten Rothbuchenholz (oder in Ermangelung dessen aus gutem Birkenholz) angefertigt und der Helm durch ein eisernes Blech gegen die zu starke Abnutzung von den Fröschen des Hebekranzes geschützt werden.

Ein gewöhnliches hölzernes Hammergerüst zu einem Aufwerfhammer, so wie wir es in der Fig. 75 und 76 dargestellt haben, besteht daher nothwendig aus zwei Säulen, zwischen denen sich die Hülse des Hammers bewegt, und aus zwei hinter einander stehenden Säulen, durch welche der Reitel gesteckt ist. Durch das beständige Heben des Hammers und durch das starke Anschlagen gegen den Reitel würden die verschiedenen Säulen aber auch bei der stärksten Grundbefestigung bald locker werden, weshalb man sie durch ein grofses schweres Stück Holz, den sogen. Drahmbaum *e*, mit welchem die Säulen in Verbindung stehen, niederdrückt. Der Drahmbaum ruht auf drei Säulen, von denen die eine, dem Wasserrade zunächst gelegene *f*, die Drahmsäule (Hintersäule), die zweite *g*, die Reitelsäule (Mittelsäule), und die dritte *h*, die Hüttensäule (Vordersäule) heifst. Durch die Drahm- und Reitelsäule wird zugleich der Reitel in der gehörigen Höhe festgekeilt. Die Säulen *i*, zwischen denen sich die Hülse

bewegt, sind mit dem Drahmbaum verbunden und stehen zu beiden Seiten der Reitelsäule, jedoch so, dafs diese die drehende Bewegung der Hülse nicht hindert. Man nennt sie Büchsensäulen, weil sie in der Höhe, in welcher der Hammer oder vielmehr die Hülse desselben eingelegt ist, eine Vertiefung haben, in welche gufseiserne Büchsen, nämlich vertiefte halbkugelförmige Zapfenlager, in welchen sich die Zapfen der Hülse bewegen, eingekeilt werden. Die Büchsensäulen werden durch den sogen. Schlüssel *l* fest zusammengehalten.

Im ruhenden Zustande mufs der Hammerhelm horizontal liegen, wonach sich also, bei einer gegebenen Höhe des Ambofses und des Hammers, die Höhe richten mufs, in welcher die Büchsen eingekeilt werden. Die Hammerbahn liegt nicht parallel mit der Welle, auf welcher sich der Hebekranz befindet, sondern der Hammer ist etwas schief auf dem Helm festgekeilt, damit beim Schmieden langer Stäbe diese nicht von den Fröschen ergriffen werden. Ganz correspondirend mit der Hammerbahn mufs natürlich auch die Lage der Ambofsbahn sein.

Der Ambofs *s* mufs eine feste Unterlage haben, damit er den Hammerschlägen nicht nachgiebt. Wo das Terrain nicht felsig und fest genug ist, wird ein sogen. Hammer- oder Ambofsstock, *k*, welcher 6 bis 7 Fufs lang und 3 bis 4 Fufs im Durchmesser stark ist, auf ein eingerammtes Pfahlwerk gestellt, so dafs er nur 19 Zoll über der Hüttensohle hervorragt. In dem Hammerstock wird oben eine eiserne Chavotte, oder ein Gehäuse für den Ambofs, befestigt, und in der Chavotte der Ambofs selbst festgekeilt. Durch diese Einrichtung kann man der Ambofsbahn jede beliebige Richtung geben und dem Ambofs zugleich völlige Unverrückbarkeit mittheilen. — Man hat eine Menge von Modificationen bei den Hammergerüsten eingeführt, von denen die wesentlichste die folgende ist:

Ein hölzernes Hammergerüst erfordert eine grofse Menge von Holz, sowohl unter als über der Erde. Man fing zuerst an, die Büchsensäulen zu giefsen, die auch an dem oben beschriebenen Gerüst aus Gufseisen bestehen; dann folgte man mit der Reitelsäule, und endlich hat man an mehreren Orten ganz gegossene Hammergerüste eingeführt. Ein solches ist in Fig. 77 in der Längenansicht und in Fig. 78 in einem Querdurchschnitt nach der Linie *a b*, Fig. 77 abgebildet. Eine besondere Beschreibung ist nicht nothwendig.

Der Hammer mufs mindestens $3\frac{1}{2}$ bis 4 Centner schwer sein, damit das auszuschmiedende Eisen gehörig zusammengeprefst wird. Man giebt ihm eine Geschwindigkeit von 80 bis 90 Schlägen in der Minute. Der Ambofs darf keine ganz horizontale Lage erhalten, sondern er mufs vorn etwas höher als hinten stehen, und mit dieser Lage correspondirend mufs

auch der Hammer auf dem Helm festgekeilt sein. Je breiter die zu schmiedenden Stäbe sind, desto mehr mufs diese Ebene von der horizontalen abweichen, weil dadurch das saubere Abschlichten der Stäbe auf der hohen Kante befördert wird. Ohne diese Lage des Ambofses würde der Hammer die Stäbe zu sehr nach hinten treffen. Jener mufs ferner eine ganz gerade geschliffene Bahn haben, die nicht hohl sein darf, weil das Eisen sonst Langrisse bekommt.

Wenn der Hammer zu Anfang der Woche, oder nach einem sonstigen längern Stillstande, in Betrieb gesetzt werden soll, so mufs er oben mit Kohlen, die in einem blechernen Kasten glühen, abgewärmt werden, weil er sonst leicht springen würde. Am Hammergerüst müssen alle Keile oft nachgesehen und nachgekeilt werden, damit das Gerüst stets den gehörigen Zusammenhang behält.

Die zur Bearbeitung der Luppe angewendeten Werkzeuge sind folgende:

1. Der Deul- oder Luppenbaum, ein entweder nur hölzerner und in der Mitte mit Blech belegter, oder ganz schmiedeeiserner und mit hölzernen Handhaben versehener Stab, mit welchem die darauf gelegte Luppe von der Hüttensohle auf den Ambofs gehoben wird. Zweckmäfsiger ist es, diesen Transport der Luppe vom Heerde zum Ambofs mittels eines Krahns zu bewerkstelligen.

2. Eine Stange zum Gegenhalten, wenn die Luppe zuerst auf dem Ambofs bearbeitet wird.

3. Zwei verschieden grofse Setzeisen von geschmiedetem Eisen, mit eisernem oder hölzernem Stiel. Sie gleichen stumpfen Beilen. Man setzt sie auf die Oberfläche des Eisens, läfst den Hammer darauf schlagen und zertheilt auf diese Weise die Luppe.

4. Verschiedene Zangen: Eine grofse Rampfzange mit langen Schenkeln, mit welcher man die Luppe zuerst packt und unter dem Hammer bearbeitet. — Eine kleine Rampfzange zur fernern Bearbeitung der Luppe. — Zwei Wärmzangen zum Packen und Wärmen der von der Luppe abgehauenen Stücke. — Zwei Stauchzangen, womit die erwähnten Stücke beim Bearbeiten unter dem Hammer gepackt werden. — Zwei Schneppelzangen zur weitern Bearbeitung der Stücke unter dem Hammer. — Aufserdem mehrere Spitzzangen zum Auffassen kleinerer Gegenstände.

Die auf den Ambofs gehobene Luppe wird zuerst so gelegt, dafs sie die ersten Hammerschläge auf die dem Gichtzacken zugekehrt gewesene Seite erhält, indem sie hier am wenigsten fest ist. Zuerst geht der Hammer sehr langsam, theils um die Luppe nieder zu drücken und das Abfliefsen der gaaren Schlacke zu veranlassen, darauf aber rascher, wobei man die Luppe auf dem Ambofs so hin- und herwendet, dafs sie überall eine gleich-

förmige Gestalt erhält, und indem man sie umdreht, um auch die andere Seite durch die Hammerbahn zu ebnen. Man nennt das Zusammenschlagen der Luppe das Zängen derselben; das Drehen und Wenden derselben auf dem Ambofs: das Abdrehen. Nach dem Abdrehen wird die Luppe mit dem Setzeisen in Kolben oder Schirbel abgetheilt und zerhauen, die sogleich zum Wärmen in den Heerd zurückgebracht werden. Der zuletzt auf dem Ambofs zurückgebliebene, oder der Formschirbel, wird sogleich etwas geebnet und die Ecken abgestumpft, welches auch nach und nach mit den andern Schirbeln geschieht, und welche Arbeit man das Abrichten oder Abfassen nennt.

Es erfolgt nun das eigentliche Ausschmieden der Schirbel zu Stäben, nachdem jene nach und nach wieder in Schweifshitze gebracht worden sind. Der Formschirbel, als der gaarste, wird über die Form gelegt, um sich nach und nach zu erhitzen, ohne dem Winde ausgesetzt zu sein; wogegen der rohere Gicht- und der ihm zunächst befindliche eine Mittelschirbel vor den Wind gebracht werden. Beide Mittelschirbel werden zuerst gewärmt, und es ist bei diesem Wärmen im Allgemeinen zu bemerken, dafs wenn die Luppe ganz gaar war, die Schirbel durch Eintauchen in Schlacke gegen die Gebläseluft geschützt, und wenn sie noch etwas roh war, in den Wind gebracht werden müssen, indem saftige Schweifshitzen roh gebliebenes Eisen völlig gaar machen können. Auch mufs man die Schirbel im Heerde wenden, um sie gleichmäfsig zu erhitzen.

Ist der zunächst der Form liegende Mittelschirbel völlig weifsglühend, so wird die Zange herausgezogen, im Wasser abgelöscht und zwischen ihre Schenkel der bisher auf der Form liegende Formschirbel gebracht. Die hintere Wärmzange wird dann nach vorn gerückt, so dafs sie die Stelle der ersten Zange einnimmt.

Der erste Schirbel kommt nun in voller Schweifshitze unter den Hammer, um zur Hälfte nach dem bestimmten Maafs ausgereckt zu werden. Der ausgereckte Stab wird darauf in Wasser abgelöscht und mit dem noch daran befindlichen Kolben, d. h. der andern Hälfte des Schirbels, so lange fortgelegt, bis alle Schirbel der Reihe nach, der Gichtschirbel zuletzt, bearbeitet worden sind. Am vortheilhaftesten ist es, nun sogleich auch die Kolben zu wärmen und auszuschmieden, weil dadurch die Hitze derselben benutzt und Zeit erspart wird. In einigen Hütten werden dagegen die einfachen Kolben bis zur folgenden Luppe weggelegt und beim Einschmelzen weiter ausgeschmiedet, wogegen die Kolben von der vorigen Luppe ganz ausgereckt werden, sobald die Schirbel der jetzt bearbeiteten Luppe zur Hälfte ausgeschmiedet sind. Bei der erstern Methode müssen jedoch, um die Kolben ins Feuer bringen zu können, die ausgeschmiedeten Enden in Wasser

abgelöscht werden, welches schlechtes, brüchiges Eisen nicht gut aushält. Bei der letztern wird oft eine Verzögerung veranlafst, weil nicht eher aufgebrochen werden kann, als bis das Eisen von der vorigen Luppe ganz ausgeschmiedet worden ist.

Tritt kein Hindernifs ein, so mufs der Hammer bis zur völligen Vollendung des Ausschmiedens unaufhörlich arbeiten. Die Richtigkeit und Sauberkeit des Schmiedens hängt lediglich von dem Augenmaafs und der Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Beim Ausrecken mufs er bald die gehörige Stärke des Stabes zu treffen suchen, ohne oft auf der hohen Kante abzuschlichten, indem dadurch die Arbeit sehr abgekürzt wird; es müssen auch stets alle vier Seiten des Stabes mit der Hammer- und Ambofsbahn in Berührung gebracht werden, indem jene nie so glatt ist, als diese. Wird ein Stab zu kalt, so dafs er nicht mit einer Hitze ausgeschmiedet werden kann, so mufs vorn ein kleiner Kolben stehen bleiben, der wieder gewärmt und dann völlig ausgeschmiedet wird. Die Arbeit ist bei der deutschen Frischmethode unter vier Mann (Hammerschmiede) vertheilt, und ein fünfter, der Lehrling, ist zu besondern Hülfsleistungen beigegeben. Je zwei Arbeiter verrichten das Einschmelzen, Aufbrechen und Ausschmieden bis zur Vollendung des von der Luppe kommenden Eisens, und werden dann von den zwei Andern abgelöst. Die Arbeit beginnt in der Nacht vom Sonntag auf den Montag und geht ununterbrochen bis zum Sonnabend Mittag fort. — Den Lohn erhalten die Arbeiter nach der Menge des abgelieferten Stabeisens, welches nach festgestellten Sätzen unter sie vertheilt wird. Aufserdem sind sie für die Güte des Stabeisens und gewöhnlich auch für den Verbrauch an Roheisen und Holzkohlen, zu einer gewissen Quantität Stabeisen, verantwortlich. Mehrverbrauch mufs bezahlt werden, Ersparungen werden durch Geld belohnt. Der Abgang an Roheisen bei seinem Verfrischen ist nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach der Geschicklichkeit des Arbeiters verschieden. Roheisen mit vielen fremdartigen Bestandtheilen, besonders solches, welches kalt- und rothbrüchiges Eisen liefert, hat wohl 30 bis 40 Procent Abbrand, mittelmäfsig gutes graues Roheisen 25 bis 28 Procent. Bei vielen feinen Stäben ist der Abgang etwas gröfser, als bei viel groben. — Der Kohlenverbrauch ist auch sehr schwankend; in guten Hütten beträgt er 18 bis 20 preufs. Kubikfufs auf 100 Cölln. Pfd. — Die wöchentliche Production, bei recht verschiedenartigen Dimensionen des Eisens, beträgt 50 bis 60 Centner.

Auch bei dem Heerdfrischen hat man mit dem besten Erfolge erhitzte Gebläseluft angewendet, wiewohl man nicht überall den günstigen Einflufs derselben auf den Brennmaterialienverbrauch erfahren haben will. Jedoch scheint es, dafs zum grofsen Theil nur die Beibehaltung und sogar die Vermehrung der früher bei kaltem Winde angewendeten Geschwindigkeit des

Stroms beim Einschmelzen, die Ursache des Mifslingens war, indem erhitzte Luft schon ohnediefs einen Rohgang veranlafst. Wenn man daher weitere Düsen- und Form-Oeffnungen anwendet, so braucht man im Allgemeinen den Feuerbau nicht zu verändern, wiewohl man hierüber noch immer keine übereinstimmenden Erfahrungen gemacht hat. Besonders wirksam zeigt er sich in der Periode des Einschmelzens, ferner bei dem damit verbundenen Ausschweifsen der Kolben und bei der Wärmarbeit überhaupt, so wie endlich beim Gaareingehen der Eisenmasse. Das Wärmen und Schweifsen erfolgt schneller, es ist dabei der Eisenabbrand geringer und es sind weniger Kohlen erforderlich. Dagegen scheint das Rohfrischen etwas verzögert zu werden, und darin liegt der Grund, warum der sonst erlangte Zeitgewinn nicht zur Vergröfserung der wöchentlichen Production geführt hat. Man hat daher vorgeschlagen, während des Rohfrischens kalte Luft in Anwendung zu bringen. Das Anlaufen wird durch die erhitzte Luft erleichtert und beschleunigt. Die Gröfse der erlangten Ersparungen an Kohlen und Eisen ist sehr verschieden, und läfst sich nicht mit allgemeinen Zahlen ausdrücken.

Man hat es wiederholt versucht, die Holzkohlen bei der Heerdfrischarbeit durch Koaks zu ersetzen, allein man hat nie ein günstiges Resultat erlangt. Das gefrischte Eisen behielt roheisenartige Eigenschaften und war gewöhnlich sehr rothbrüchig. Nur sehr reine und sehr leicht entzündliche Koaks aus Backkohlen würden vielleicht anzuwenden sein. — Dagegen dürfte ein guter, wenig Aschehinterlassender, schwarzer oder schwarzbrauner Torf, in stark gedörrtem, nicht verkohltem Zustande, wahrscheinlich ein anwendbares Material sein.

Die mit rohem und halbverkohltem Holze bis jetzt angestellten Frischversuche scheinen zu dem Resultat zu führen, dafs weder das eine noch das andere hinreichende Hitze im Frischheerd entwickeln, um die Einschmelz- und besonders die mit derselben verbundene Schweifs- und Streckarbeit, so wie die Gaarfrischarbeit dabei vornehmen zu können, dafs sich aber dagegen damit die Rohfrischarbeit sehr gut ausführen läfst. Es hat sich ferner gezeigt, dafs das Holz ein gleiches Volum Holzkohlen vollständig ersetzt, dafs also die Anwendung desselben mit nicht unbedeutenden ökonomischen Vortheilen verbunden sein wird.

Ein anderer wichtiger und zu berücksichtigender Punkt ist die Benutzung der aus den Frischheerden entweichenden Gase, wiewohl sich dieselben anders als die aus den Hohöfen entweichenden verhalten, indem sie weniger Kohlenoxydgas enthalten und daher zu einer neuen Verbrennung weniger geeignet sind. Auch gestatten es die im Frischheerde vorzunehmenden mechanischen Arbeiten nicht, die Gasarten abzufangen und

den Zutritt der Atmosphäre abzuhalten. Es müssen daher die aus den Frischheerden entweichenden glühenden Gase unmittelbar in die zu erhitzenden Räume geleitet und aus diesen sodann durch die Esse entfernt werden. Ein solcher Raum zur Benutzung hat gewöhnlich die Construction eines gewöhnlichen Flammofenheerdes, etwa wie *b*, Fig. 15., Taf. II. Eine solche Einrichtung ist so einfach, dafs sie sich leicht einer jeden Oertlichkeit angemessen anpassen und abändern läfst. Winderhitzungsvorrichtungen lassen sich füglich, wie auf der erwähnten Zeichnung angegeben ist, in der Esse selbst anbringen, wiewohl man auch eben so gut andere Einrichtungen anwenden kann.

Am zweckmäfsigsten wird der auf diese Weise erhitzte Raum zum Ausschweifsen und Ausstrecken der Schirbel benutzt, so dafs der wesentliche Theil der Schmiedearbeit von dem Einschmelzen ganz getrennt und somit eine wesentliche Verbesserung des Heerdfrischens herbeigeführt wird, da, wie wir sahen, die Abhängigkeit der beiden Operationen von einander viele Nachtheile hat. Aufserdem läfst sich aber in dem Raum, ohne besondern Aufwand von Brennmaterial, das einzuschmelzende Roheisen vorläufig anwärmen und dadurch das Einschmelzen beschleunigen.

Man hat es auch sonst schon versucht, das Ausschmieden des gefrischten Eisens von dem Einschmelzen zu trennen, indem man im Frischheerde nur die Schirbel abfafst und sie dann in Gestalt von Kolben zu den Reckheerden abliefert. Jedoch wird dabei der Kohlenaufwand bedeutend gröfser und häufig das Eisen nicht so gut, weil man in den Reckheerden den Kolben keine so gute, saftige Schweifshitze zu geben vermag. Am zweckmäfsigsten dürfte eine solche Trennung sein, wenn das Roheisen vorher weifs gemacht und durch die entweichenden Gase geglüht, dann bei Holzkohlen verfrischt und zu Kolben ausgereckt wird, welche darauf im Glühofen bei Steinkohlen gewärmt und unter dem Walzwerk zu Stäben ausgestreckt werden. Jedoch sind zu einem Walzwerk viele Frischfeuer und zu dreien derselben ist ein Hammer erforderlich. — Die in manchen Gegenden geltende Einrichtung, dafs zwei Feuern nur ein Hammer zugetheilt ist, setzt voraus, dafs die Arbeiter in beiden Feuern gleichen Schritt halten, welches jedoch schwer zu erlangen ist, weshalb sie viele Nachtheile hat.

Man unterscheidet noch mehrere Modificationen der deutschen Frischschmiede, welche theils in der Beschaffenheit des Roheisens, theils in der Gewohnheit und Fähigkeit der Arbeiter ihren Grund haben.

Die in Schweden übliche But- oder Klumpschmiede (But bedeutet im Schwedischen Klump) gebraucht ein weifses, gaarschmelzendes Roheisen, von dem zur Zeit des Ausschmiedens der Kolben zu Stäben 2 bis 3 Centn. mit einem Male langsam eingeschmolzen werden, so dafs sie nach Beendi-

gung des Schmiedens zu einem halbgaaren Klumpen zusammengegangen sind. Derselbe wird nur einmal und zwar sogleich gaar aufgebrochen. — In einigen deutschen Hütten schmilzt man bei einer ähnlichen Methode, der sogenannten Kleinfrischarbeit, nur etwa 100 Pfd. zu einer Luppe ein. — Auch auf dem Harz wird hin und wieder bei gaarschmelzendem Roheisen der Klump nur einmal roh aufgebrochen.

Die schwedische Suluschmiede unterscheidet sich nur dadurch, dafs sie die einzelnen, schon gaar gewordenen Brocken aus dem Heerde nimmt und ausscheidet. Jedoch erfolgt gewöhnlich ein stahlartiges Eisen.

Die schwedische Halbwallonenschmiede und die eben so beschaffene französische Methode von Berry unterscheidet sich von der gewöhnlichen deutschen Frischmethode dadurch, dafs sie nur Schirbel oder Kolben macht, welche zur weitern Verarbeitung abgeliefert werden, und dafs das Frischeisen, d. h. das eingeschmolzene halbgaare Roheisen, nicht abgekühlt, sondern bei ununterbrochenem Gange des Gebläses aufgebrochen und gefrischt wird.

2. Die Wallonenschmiede

sucht gaarschmelzendes Roheisen möglichst gaar einzuschmelzen, dann sogleich gaar aufzubrechen und eingehen zu lassen. Es unterscheidet sich diese Methode von der deutschen dadurch, dafs sie jedesmal nur so viel Roheisen einschmilzt, als zu einem 40 bis 60 Pfund schweren Kolben erforderlich ist, welcher unter dem Hammer gezängt und an einen besondern Reckheerd oder an das Schmiedefeuer abgeliefert wird. Die Arbeit geht aus diesen Gründen sehr rasch; es lösen sich je zwei und zwei Arbeiter in 3stündigen Schichten ab. Das zu einer Luppe erforderliche Eisen ist in $\frac{1}{2}$ Stunde abgeschmolzen, und es werden daher in einer Schicht 6 Luppen gemacht und in derselben Zeit im Schmiedefeuer zu Stäben ausgereckt. Beim Einschmelzen wird wenig und beim Frischen, zur Beförderung des Gaarens der Masse, viel Wind gegeben. Je weifser das Roheisen ist, je entfernter wird es von der Form gelegt, jedoch nicht von der Seite des Gicht-, sondern des Aschenzackens.

Bei dem Bau des Feuers ist zu bemerken, dafs der Form- und der Hinterzacken in einem stumpfen, der Hinter- und der Gichtzacken in einem spitzen Winkel gegen einander stehen; dafs die Länge des Heerdes 31 bis 32, die Breite 30, die Tiefe 7 bis $7\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, und dafs die Form $10\frac{1}{2}$ Zoll vom Hinterzacken entfernt ist und gewöhnlich eine Hintermündung erhält. Da dieser lange Raum bei den kleinen Luppen durch Lösche eingeengt werden mufs, der Kohlenabbrand dadurch erhöht, die Hitze zerstreut und das Frischen verzögert wird, so ist er sehr überflüssig; wogegen die kleinen Luppen und das häufige Durcharbeiten des Eisens im Frisch- und

im Reckheerd ein sehr gutes Product werden lassen. — Der letztere hat einen eisernen Boden und einen eisernen Formzacken und ist übrigens mit Lösche umstellt. — In der Eiffel liefern 8 Arbeiter in einem Frisch- und einem Schmiedeheerd wöchentlich 110 bis höchstens 120 Centn. Stabeisen; an der Niederlahn zwei Frischheerde mit einem Wärmheerd und einem Hammer wöchentlich 160 Centn., und es werden dabei zu 100 Pfd. Stabeisen 15 bis 16 Kubikfufs Kohlen verbraucht, so wie der Abgang von dem sehr vorzüglichen Stabeisen 28 Proc. beträgt. In der Eiffel steigt er bis 33 Proc. — Bei sehr gaarschmelzendem Roheisen wird, bei sehr flach geführtem Winde, gar nicht aufgebrochen, sondern die Luppe wird sogleich beim ersten Niederschmelzen fertig. — Neuerlich erfolgt das Wärmen auch bei Steinkohlen in Schweifsöfen und das Ausstrecken der Stäbe unter Walzwerken.

3. Die Löschfeuerschmiede

bringt sehr gaarschmelzendes Roheisen mit einem Zusatz von Stabeisen möglichst schnell und ohne Aufbrechen zur Gaare, und verrichtet das Ausschmieden der Luppe in demselben Heerd, aber nicht gleichzeitig mit dem Einschmelzen und Frischen. Zuerst werden die Schirbel und Kolben von der vorigen Luppe ausgeschmiedet, dann wird das Roheisen ein- und dann gaar niedergeschmolzen. Man findet diese Methode nur im Hennebergschen in Thüringen. — Die Löschfeuer bestehen blos aus einer Grube aus Kohlenlösche von 9 bis 10 Zoll Tiefe und einer 4 bis 5 Zoll starken Löschsohle. Die Form steht 6 Zoll in den Heerd und weicht nur wenig von der Horizontale ab; Länge und Breite der Grube sind sehr unbestimmt.

Das zum Verfrischen angewendete Stabeisen besteht vorzüglich aus gaarem Eisen aus den Stücköfen, den sogen. Güssen oder Gufsstükken, oder da, wo diese fehlen (da jetzt der unvortheilhafte Stückofenbetrieb fast überall aufgehört hat), aus altem Stabeisen. Beim Ausschmieden werden die Kolben mit vielen gaaren Hammerbrocken bestreut, so dafs sich im Heerde viele Gaarschlacke sammelt, welche in Verbindung mit dem zuerst einzuschmelzenden Stabeisen eine gaare Grundlage für das demnächst einzuschmelzende weifse Roheisen (blumige Flosse) aus dem Blauofen, welches als Scheibeneisen angewendet wird, bilden mufs. Das durch das Niederschmelzen des Stabeisens mit dem Schwahl und mit den gaaren Hammerbrocken gebildete gaare Eisen nennt man Frischvogel. Sind keine Gufsstücke vorhanden und kann man auch nicht so viel altes Eisen herbeischaffen, als zur Bildung des Frischvogels erforderlich ist, so bildet man denselben oder ein sogen. Frischstück im Heerde selbst, indem man 40 bis 50 Pfd. Scheibeneisen mit Schwahl niederschmelzt und so die Grundlage bildet.

Zuerst wird die von aller Gaarschlacke gereinigte Grube voll Kohlen

geschüttet, die Kolben von der vorigen Luppe unter Zusatz vieler gaarer Zuschläge ausgeschmiedet und dann zur Bildung des Frischvogels geschritten. Beim Ausschmieden entsteht der Schwahl, welcher die Grundlage für den Frischvogel bildet, indem man das zu demselben bestimmte Eisen langsam von der Zange abschmelzen läfst. Altes Eisen wird in zwei oder drei Abtheilungen ins Feuer gebracht und, wenn es die Schweifshitze erhalten hat, mit einer Schaufel zusammengedrückt, mit Kohlen bedeckt und niedergeschmolzen. Werden Gufsstücke oder Scheibeneisen zu einem Frischstück angewendet, so spannt man das Eisen in eine Zange und bringt es unmittelbar vor die Form. Ist der Frischvogel gebildet, so schmilzt man das Scheibeneisen ein, indem zuerst die erste, dann die zweite, dritte Zange etc. mit dem erhitzten Scheibeneisen vor der Gicht nach und nach der Form näher gerückt werden, so dafs sich die zweite Zange anwärmt, während die erste, der Form zunächst gehaltene, abschmilzt u. s. f. Das niedergeschmolzene Eisen bildet mit dem Frischvogel gaares Eisen. Gewöhnlich werden $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Centn. Gufsstücke oder altes Stabeisen und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centn. Scheibeneisen zu einer Luppe genommen. — Der Abgang beträgt an 33 Procent, der Kohlenverbrauch über 30 Kubikf. zu 100 Pfd. Stabeisen. Ein Löschfeuer liefert wöchentlich 50 bis 60 Centn. Stabeisen von vorzüglich guter Beschaffenheit.

4. Die Steyersche Einmalschmelzarbeit,

auch Steyersche Wallonenschmiede genannt, schmelzt gutartiges, leicht frischendes Roheisen (luckige Flossen oder gebratene blumige) über und vor der Form (Efseisen) langsam gaar und ohne aufzubrechen, ein. In der Periode des Schmiedens werden, den Umständen nach, gaarende Zuschläge angewendet. Der aus einem Boden und zuweilen auch aus den gewöhnlichen Zacken bestehende Heerd ist 30 Z. lang, 24 Z. breit und 20 Z. tief, jedoch so mit Lösche ausgefüllt, dafs nur eine 12 bis 14 Z. weite und 8 bis 9 Z. tiefe Grube bleibt, weshalb in der Regel ausgemauerte Heerde angewendet werden. Die Form erhält gewöhnlich eine sehr starke Neigung von 25 bis 30°, zuweilen aber auch die nur geringe von 5°. Die Heerde (Weichzerrennfeuer) sind auf der Gichtseite durch eine senkrechte Mauer geschlossen.

Das Roheisen (die Flossen) wird in Scheiben oder Platten angewendet, von denen man $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centn. in 3 bis 4 Zangen packt, mit dem Spannring festhält und die Packete (Garben) vor die Form bringt, so dafs sie abschmelzen. — Die Arbeit beginnt mit dem Wärmen der Kolben (Masseln) von der vorigen Luppe (Daichel oder Teichel), und wenn man bis über die Hälfte des Ausschmiedens gekommen ist, so hält man bei

der Gicht die erste Zange mit Flossen ein, und wird der Raum durch das fortschreitende Ausschmieden gröfser, die zweite und dann die dritte, indem man die erste ganz in die Mitte und dann ganz vor den Wind rückt. Ist die erste abgeschmolzen, so rückt die zweite in ihre Stelle u. s. f. Nach beendigtem Einschmelzen wird das Feuer abgeräumt, die Luppe ausgebrochen, zerschroten, die Masseln gewärmt u. s. w. Die Kolben werden beim Ausschmieden häufig mit Schwahl bestreut, der zugleich gaarend auf das niederschmelzende Roheisen wirkt. Das Einschmelzen mufs langsam erfolgen, indem dadurch und durch die hohe Lage des Roheisens über der Form, das Gaarwerden befördert, welches dann auch noch durch ein sorgfältiges Ausheizen in der gaaren Schlacke vollendet wird.

Die Luppen werden unter dem, gewöhnlich 6 Centn. schweren sogenannten Grofs- oder Weichzerrennhammer nun zu starken Stäben ausgeschmiedet und dann an den Streckhammer abgegeben. — Der Roheisenabgang beträgt 8 bis höchstens 17 Procent, der Kohlenverbrauch auf 100 Preufs. Pfund Stabeisen mit Einschlufs des Aufwandes beim Braten, 36 Pr. Kubikfufs, die wöchentliche Production 50 Centner.

Neuerlich hat diese Frischmethode dadurch eine wesentliche Abänderung erlitten, dafs man Schlackenböden und die Löschböden nur bei Stahlluppen anwendet, weshalb man sie auch die Schwalarbeit nennt. Der Boden wird auf einer Lehmsohle, 15 Zoll stark, aus Gaarschlacken gebildet und die Wände des Heerdes bestehen aus eisernen Zacken, dem Formzacken (Abbrand), dem Gichtzacken (Voreisen), dem Hinterzacken (Wolfseisen) und dem Vorderzacken (Sinterblech.) Es wird dadurch nicht allein an Kohlen erspart, sondern es können auch blumige Flossen ungebraten angewendet werden. Man gewinnt 86 Procent Grobeisen bei 23 bis 24 Kubikfufs Kohlenverbrauch und ein besseres Eisen.

5. Die Siegensche Einmalschmelzerei

unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, dafs das niederschmelzende leichtfrischende Roheisen in Gänzen auf die Gichtseite gelegt und nur hin und wieder in Zangen vor die Form gehalten wird, so wie dafs sehr grofse, 3½ bis 4 Centner schwere Luppen angefertigt werden und häufig Schlacke abgelassen wird. Das Roheisen ist bei leichtflüssigen Beschickungen in nicht sehr hohen Oefen und aus mehrentheils manganhaltigen Erzen erblasen, ist leicht zum Weifswerden geneigt, enthält nur wenig Silicium und kann daher ohne Gefahr schnell zur Gaare gebracht werden. Das Einschmelzen geschieht über und vor dem Winde und die während des Ausschmiedens zugesetzten vielen gaaren Zuschläge befördern dieses Gaarwerden. Alle 3 Stunden ist eine Luppe fertig.

Das Feuer ist 24 Zoll lang, Hinter- und Formzacken hängen 3 Zoll in den Heerd und machen einen spitzen Winkel mit einander, der Boden fällt nach dem Vorheerd- und Gichtzackenwinkel zuweilen um $\frac{1}{4}$ Zoll; der Gichtzacken ist gewöhnlich durch Lösche ersetzt. Die halbrunde, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll hohe und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Z. in den Heerd hineinstehende Form bildet mit dem Formzacken gewöhnlich einen rechten Winkel, das Roheisen wird ihr bis auf 9 Zoll genähert und liegt über dem Windstrom, der zuweilen so geneigt wird, dafs er die Mitte des Bodens trifft.

Obgleich unter den angewendeten 7 Centner schweren Hämmern nur 3zöllige Stäbe geschmiedet werden, so dauert das Schmieden doch fast eben so lange als das Einschmelzen, weshalb durch das Wärmen grofse Pausen entstehen und ein Hammer daher zwei Feuer versehen kann. — Wöchentlich erfolgen 180 bis 200 Centn. grobes, unter Reckhämmern oder Walzen weiter zu verarbeitendes Eisen, mit etwa 18 Procent Abgang und einem Aufwande von 6 bis 9 Kubikfufs der besten harten Kohlen auf 100 Pfd.

6. Die Osemundschmiede

in der Grafschaft Mark schmelzt jedesmal so viel gaarschmelzendes, vorzüglich reines Roheisen von der über dem Hinterzacken vor der Form liegenden Ganz gaar ein, als zu einem Kolben erforderlich ist, welcher mit der Anlaufstange aus dem Heerde genommen und sogleich unter dem Hammer ausgezogen wird. Die Arbeit kann nicht eher beginnen, als bis der Heerd voll flüssiger Gaarschlacke ist, weshalb zu Anfang des Schmelzens Schwahl und gaare Hammerbrocken (sogen. Kloot) eingeschmolzen werden. Gaare Schlacke wird nur sehr selten abgestochen.

Das Feuer ist 12 Z. breit, 27 Z. lang, 7 Z. tief und die Form 7 Z. vom Hinterzacken entfernt. Sie steht 2 Zoll in den Heerd und hat eine sehr starke Neigung. Der Boden ist nur 16 bis 17 Zoll lang, indem der ganze Vorheerd mit Lösche ausgelegt ist. Man wendet einen heftigen Wind an und läfst das Roheisen 5 bis 6 Zoll über der Form schmelzen; es erlangt bald die Gaare, backt zu mehreren kleinen Brocken zusammen, welche mit einem Handspiefs gelüftet und vor den Wind geführt werden müssen, während man eine Anlaufstange in das Feuer bringt, um die Brocken anschweifsen zu lassen. Sind, unter stetem Umdrehen der Anlaufstange in dem Windstrom, etwa 20 Pfd. angelaufen, so wird der Kolben aus dem Feuer genommen und sogleich ausgeschmiedet, während ein anderer in das Feuer gehalten wird.

Das erhaltene Eisen ist sehr weich und aufserordentlich zäh und wird hauptsächlich zur Drahtfabrikation benutzt. Zum Ausrecken der Kolben dienen leichte Schwanzhämmer. Der Abgang des Roheisens soll 25 Procent

und der Kohlenaufwand auf 1 Preufs. Centn. etwa $23\frac{1}{7}$ Kubikf. betragen. — In Schweden ist auch eine ähnliche Frischmethode, eine eigentliche Wallonenschmiede, hin und wieder im Betriebe.

7. Die Bratfrischschmiede

ist nichts weiter als die Steiersche Einmalschmelzerei, bei der man vorher gebratenes Scheibeneisen, welches also schon Kohle verloren hat und welches aus blumigem Flofs bereitet ist, anwendet. Jedoch ist diese Abart der Steierschen Einmalschmelzerei neuerlich durch die Schwahlmanipulation sehr verdrängt und scheint nur noch in sehr wenigen Hütten stattzufinden. Die Bratfrischheerde erhalten entweder durch Blattlheben oder Scheibenreifsen unmittelbar vor dem Blauofen gewonnenes Scheibeneisen, welches darauf gebraten wird, oder sie müssen die Operation des Scheibenreifsens selbst vornehmen. Allein diese Frischmethode heifst die Hart- und Weichzerrennarbeit, Kartitscharbeit, obwohl sie sich nicht wesentlich von der Steierschen Einmalschmelzerei und der Bratfrischschmiede, sondern nur dadurch unterscheidet, dafs die ächte Steiersche Einmalschmelzerei luckige, in neuerer Zeit aber auch blumige Flossen unmittelbar verfrischt, dafs die Bratfrischschmiede weifse Flossen unmittelbar vom Blauofen erhält und sie durch Braten vorbereitet, die Hart- und Weichzerrennarbeit so wie die Kartitscharbeit aber graues Roheisen von den Blauöfen erhalten, welches vor dem Braten noch durch einen besondern Prozefs in Scheiben gerissen wird.

Erzeugen die Blauöfen blumige Flossen, so wird dieses sogleich in Gestalt von Scheiben oder Platten abgestochen und der Bratfrischschmiede zum Braten übergeben. Wird aber graues Roheisen erblasen, so sticht man diefs in einen trichterförmigen Sumpf ab, in welchem es in Scheiben gerissen wird, die um so dünner ausfallen, je leichtflüssiger die Beschickung war und je leichter das Roheisen weifs wird. Deshalb eignet sich auch das bei sehr strengflüssiger Beschickung und bei sehr heifsem Ofengange erzeugte Roheisen gar nicht zum Scheibenreifsen. Man bringt die Oberfläche des Roheisens in dem Sumpf zum Erstarren und hebt die Scheiben, 20 bis 30 Pfd. schwer, mit der Brechstange ab. — Sie sind nach dem Abheben noch glühend heifs, haben aber nach dem Erkalten auf dem Bruch ganz das Ansehn der blumigen Flossen, welche unmittelbar von Blauöfen fallen.

8. Die Müglafrisch- oder die Brockenschmiede,

welche in Kärnthen angewendet wird, schmilzt das Roheisen in der Gestalt von Scheiben oder Flossen, als Bruch- oder als Wascheisen im Frischheerd mehr roh als gaar ein, vermengt es nach dem Einschmelzen mit gaarem Schwahl, Hammerschlag, Stockschlacke etc., zertheilt es in Brocken, nimmt

diese aus dem Heerde und schmelzt sie alsdann gaar ein. — Das Feuer hat Boden und Zacken, ist 24 Zoll lang und breit, 10 bis 11 Z. tief, die Form 8 bis 9 Zoll vom Hinterzacken entfernt und etwa 10 Grad in den Heerd geneigt; jedoch kommt es auf diese Dimensionen nicht so sehr an, da das Feuer mit Lösche zugebauet ist.

Beim Beginnen der Arbeit bleibt wenig gaare Schlacke im Heerde zurück und dieser wird mit trocknen Kohlen angefüllt, das einzuschmelzende Roheisen bis auf 5 Z. vor die Form gebracht, mit Kohlen bedeckt und das Gebläse langsam angelassen. Währenddem werden die Kolben vom vorigen Frischen ausgeschmiedet. Zu viel rohe Schlacke mufs abgestochen werden. Nachdem das Eisen eingeschmolzen ist, werden Kohle und Lösche abgeräumt, die Schlacken vom Eisen weggenommen, das flüssige Eisen mit einigen Schaufeln gaarem Hammerschlag und Stockschlacke vermengt und mit einer hölzernen Stange so lange gerührt, bis Alles ein trocknes Gemenge von verschieden grofsen Stücken geworden ist. Darauf wird alles Eisen auf die Gicht geschaufelt, das Feuer von Lösche, Schlacke und Eisen gereinigt, mit frischen Kohlen gefüllt, die Hälfte von dem ausgebrachten Eisen, und zwar die gröfsten Stücke, darauf gelegt, dasselbe mit Kohlen beschüttet und das Gebläse wieder in Gang gesetzt.

Man läfst nun die Brocken gaar niedergehen, indem man sie so lange vor dem Winde erhält, bis sie die gehörige Gaare erlangt haben, und setzt die übriggebliebenen kalten Eisenbrocken nach und nach zu und jedesmal frische Kohlen darauf. Das eingehende Eisen wird nun entweder zu einer Luppe vereinigt, oder als Anlauf herausgenommen. Die Kolben werden beim nächsten Einschmelzen ausgereckt.

Beim Anlaufnehmen beträgt der Abgang oft 30 Procent, jedoch ist das erfolgende Eisen von vorzüglicher Güte; beim Luppenmachen dagegen oft nur 9 Procent. Der Kohlenaufwand ist aber sehr grofs und beträgt oft über 36 Kubikfufs auf den Centner.

Das in einigen Hütten Frankreichs unter dem Namen der Bergamaskischen Frischmethode, der eine Umänderung des Eisens zu einer halbgaaren Masse (Mazéage) vorangeht, übliche Verfahren stimmt im Wesentlichen mit dem beschriebenen überein.

9. Die Brechschmiede

weicht von der vorhergehenden Methode nur dadurch ab, dafs dabei kein Einrühren der gaaren Zuschläge in das eingeschmolzene Roheisen stattfindet, sondern dafs dem Roheisen gleich beim Einschmelzen eine solche Gaare gegeben wird, dafs es sich in vielen Stücken zertheilt aufbrechen läfst, die dann

durch die im Heerde befindlichen gaaren Zuschläge schon einen ziemlichen Grad der Gaare erhalten.

Man findet bei dieser Frischmethode, die in einigen Hütten Frankreichs auch unter dem Namen der Bergamischen Frischmethode angewendet wird, mehrere Abarten.

In Böhmen und Mähren wird das Roheisen erst halbgaar eingeschmolzen, dann ganz aufgebrochen und in einzelnen Brocken auf die Gicht gelegt, darauf der Heerd voll Kohlen gefüllt, die Brocken werden einzeln vor den Wind ins Feuer gelassen und zum Anlaufen gebracht. Die Anlaufkolben werden beim Einschmelzen zu Stäben ausgeschmiedet.

In Ungarn läſst man dagegen nicht anlaufen, weil dieſs bei den dort anzuwendenden harten Kohlen nicht gut geht, sondern man macht die einzelnen Brocken (Juden) gaar und schweiſst mehrere aneinander, wenn dieſs zur Bildung des Stabes erforderlich ist. — In Norwegen, Toscana und in Schwedischen Provinz Småland sollen auch ähnliche Methoden angewendet werden.

Sowohl die Brech- als auch die Müglaschmiede erfordern viel Kohlen, nehmen die Kräfte der Arbeiter sehr in Anspruch und gestatten nur geringe Production.

10. Der Sinterprozeſs

ist auf einigen Werken im Salzburgschen, in Kärnthen und Berchtoldsgaden üblich, und unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden Methoden dadurch, daſs das graue und halbirte Roheisen gepulvert angewendet wird. Liegen die Frischfeuer in der Nähe der Blauöfen, so werden die abgestochenen Flossen sogleich nach dem Erstarren, jedoch noch glühend, unter einem Hammer mit breiter Bahn zu Pulver zerpocht. Liegen aber Frischfeuer und Blauöfen nicht zusammen, so müssen die Flossen erst in einem Feuer rothglühend gemacht werden, um sie zerpochen zu können.

Das Roheisenpulver wird mit Glühspan und gepulverter Gaarschlacke gemengt und dann durch langsames Niederschmelzen zur Gaare gebracht. — Der 22 Zoll breite und 24 bis 26 Zoll lange Heerd besteht aus einem Boden von Ziegelsteinen und aus eisernen Zacken, und der Löschboden liegt etwa 7 Zoll von der stark geneigten Form entfernt, durch welche nur ein schwacher Windstrom geführt wird, weil die Masse möglichst langsam niedergehen muſs.

Die Arbeit beginnt mit dem Ausheizen und Ausschmieden zu Kolben der beiden Luppenstücke, und gleichzeitig wird schon etwas von der aus gepochtem Roheisen, Glühspan etc. bestehenden Beschickung über die Kohlen gestreuet, bis nach und nach etwa 140 bis 150 Pfund Beschickung zu

einer Luppe eingerennt werden. Darauf wird das Feuer abgeräumt, die etwa 100 Pfund schwere Luppe ausgebrochen und unter dem Hammer in zwei Stücken zerschroten. — Die Kolben werden in einem besondern Wärmfeuer ausgeheizt und zu Stäben ausgezogen; jedoch wird in demselben während des Ausschweifsens der beiden Kolben auch etwas Beschickung ins Feuer gebracht und davon eine kleine Luppe, welche nur einen Kolben giebt, gemacht. — Beide Feuer liefern wöchentlich 28 bis 30 Centner Roheisen, der Eisenabgang beträgt bei den vielen gaaren Zuschlägen nur 13 bis 15 Proc., wogegen aber zu 100 Pfund Stabeisen über 45 Kubikfufs Kohlen erforderlich sind, wobei nicht einmal diejenigen gerechnet werden, die zum besondern Glühen des Roheisens erforderlich sind.

11. Die Hart- und Weich-Zerrennschmiede

ist, wie schon bemerkt, eine Abart der Steyerschen Einmalschmelzerei, welche blumige Flossen verarbeitet und dieselben daher vorher durch Braten vorbereitet. Die vom Blauofen kommenden Flossen, die aus grauem, bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasenem Roheisen bestehen, werden daher noch einmal in einem besondern Feuer, dem Hart-Zerrennheerd, eingeschmolzen, das Roheisen in Scheiben gerissen, die Scheiben werden gebraten und dann in einem zweiten, dem Frischheerd, dem sogen. Weich-Zerrennheerd, verfrischt. In Kärnthen nennt man diese Methode: das Verfrischen des gebratenen Scheibeneisens nach vorhergegangenem Plattlheben am Zerrennheerd. Sie liefert ein weit besseres Produkt als die Bratfrischschmiede, indem durch das Umschmelzen ein grofser Theil der fremdartigen Beimischungen des Roheisens durch Verschlackung abgeschieden wird.

Die Hart-Zerrennheerde bestehen aus eisernen Platten mit einem Boden von Steinen, der hoch mit Kohlenlösche bedeckt ist. Die Form erhält eine so starke Neigung, dafs der Wind die Mitte der Grube trifft; auch hat sie, zur Bewirkung eines hitzigen Schmelzens, eine recht enge Mündung. Ein Feuer liefert bei ununterbrochenem Betriebe in 24 Stunden 30 Centner Scheiben und ist für zwei Weich-Zerrennheerde hinreichend.

Das Einschmelzen erfolgt ohne alle Zuschläge, sehr schnell und unter steter Bedeckung mit Kohlen. Ist der Heerd voll, so wird das Gebläse eingestellt, es werden die Kohlen abgeräumt, die Schlacke mit der Schaufel abgehoben, das flüssige Roheisen durch Begiefsen mit Wasser auf der Oberfläche zum Erstarren gebracht und die sich bildenden festen Scheiben mittels Brechstange und Ofengabel abgehoben. Schlacken werden nicht abgelassen, da sich wenige bilden, die theils abgehoben werden, und theils zum Decken und zum Schutz gegen den Wind für das eingeschmolzene Roheisen dienen müssen.

Die Scheiben kommen nun zum Braten oder Glühen, welcher Prozefs ganz derselbe wie der mit den unmittelbar am Blauofen erhaltenen Scheiben ist und im Bratofen oder Bratheerd ausgeführt wird.

Die Bratöfen sind gemauerte, backofenartige Gewölbe, unten an der Sohle mit einigen Zuglöchern und oben mit einer Oeffnung zum Abziehen der Dämpfe versehen. Erstere werden nur wenig geöffnet, weil der Prozefs sehr langsam vor sich gehen mufs. Es wird bei dem Braten ein grofser Theil des Kohlegehalts abgeschieden und verbrannt, zugleich aber die Oberfläche der Scheiben oxydirt, so dafs dieselben ein halb gefrischtes Ansehn haben und auf der Oberfläche eine Glühspandecke zeigen.

Zu unterst in dem Bratofen kommt eine Schicht Kohlenlösche, darauf werden die Scheiben mit der hohen Kante dicht neben einander gestellt, jedoch ihre Berührung durch zwischengestreute Kohlenlösche verhindert. Es kommen in einem etwa 6 Fufs langen und breiten Ofen drei Reihen neben einander, welche wieder mit einer 6 Zoll hohen Löscheschicht bedeckt werden. Auf diese kommen drei neue Reihen, dann wieder eine Schicht Kohlenlösche und zuweilen auch noch eine dritte Schicht, wogegen aber oft nur zwei und auch wohl nur eine Schicht aufgestellt wird. Zum Eintragen dient entweder eine Thür an der Vorderseite, oder es sind zwei Seiten des Ofens ganz offen; die unterste Löscheschicht wird angezündet.

Mehr noch wendet man die Bratheerde an, die den Saigerheerden beim Kupferhütten-Prozefs ähnlich sind und sich von den gewöhnlichen Frischheerden dadurch unterscheiden, dafs sie keine Gruben haben, sondern aus einem etwa 6 Fufs langen, entweder gemauerten, oder aus losen Steinen und Schlackenstücken zusammengesetzten, 8 Zoll tiefen Kanal bestehen, der seiner ganzen Länge nach von dem Winde der Form bestrichen werden kann. Dieser Kanal wird mit Kohlen bedeckt, auf dieselben werden schon gebratene, platte Roheisenstücke so gelegt, dafs Zwischenräume zwischen denselben bleiben. Auf dieselben stellt man die zu bratenden Scheiben mit ihrer hohen Kante von der Form bis zur entgegengesetzten Seite, so dafs sie ihre breiten Flächen der Form zukehren. Zwischen die Scheiben wird Kohlenlösche geschüttet, und um die ganze Masse zusammenzuhalten, werden an den beiden langen Seiten Vorsetzbleche angebracht, oder man umstellt die Masse auch wohl mit angefeuchteten Brettern und Kohlenlösche. Darauf werden die im Kanal befindlichen Kohlen angezündet.

Zu einer Operation kommen, je nach der Gröfse des Heerdes, 20, 30 bis 40 Centner Flossen, die 12 bis 15 Stunden in Rothglühhitze erhalten werden. Ein Abgang findet dabei nicht statt, sondern eine Gewichtsvermehrung.

Das Verfrischen der gebratenen Scheiben ist dasselbe, wie das bei der Steierschen Einmalschmelzerei, die ungebratene luckige Flossen verbraucht.

Der Abgang von den Flossen bis zum fertigen Grobeisen beträgt 15 bis 16 Proc., wovon 6 bis 8 Proc. auf das Hartzerrennen kommen. Der Kohlenverbrauch beträgt etwa 40 Kubikfufs auf 100 Pfund Stabeisen.

12. Die Kartitschschmiede

in einigen Gegenden ebenfalls Hart- und Weich-Zerrennfrischerei, in andern auch die Schwäbische Frischmethode genannt, unterscheidet sich dadurch von der vorhergehenden, dafs das Roheisen in dem Hart-Zerrennheerde sogleich mit gaarenden Zuschlägen zu einem einzigen Klumpen (Kartitsch, Kortitsch, Hase) eingeschmolzen, dafs dieser aus dem Feuer ausgebrochen, noch glühend zerschlagen und dann nach Art der Steierschen Einmalschmelzerei in dem Weich-Zerrennheerde verfrischt wird. Das umgeschmolzene Roheisen wird nie gebraten.

Die Kartitscharbeit wendet sowohl blumiges Flofs als graues Roheisen an, bei letzterm aber mehr gaarende Zuschläge als bei dem erstern. Sie liefert ein vorzüglich festes und zähes Stabeisen, jedoch nur bei grofsem Kohlenaufwand. Der Frischprozefs im Weich-Zerrennfeuer ist ebenfalls die Steiersche Einmalschmelzerei. — Die Grube des Hart-Zerrennheerdes ist in der Regel ausgemauert und mit Kohlenlösche ausgestampft.

13. Die Läuterfrischschmiede.

unterscheidet sich von den beiden letzten Frischmethoden nur dadurch, dafs bei derselben zwar ebenfalls graues Roheisen in einem besondern Heerd, dem Läuterheerd, eingeschmolzen, aber das eingeschmolzene Roheisen durch den Windstrom des Gebläses in einen halbgaaren Zustand, nämlich etwa in den der luckigen Flossen, versetzt wird. Die halbgaare Masse wird sodann aus dem Heerd gebrochen, zerschlagen und auf dieselbe Weise wie bei der Steierschen Einmalschmelzerei, oder der sogenannten Schwal-Manipulation verfrischt.

Der Läuterheerd besteht aus vier gegossenen Zacken, und aus einem aus Lehm und Sand bereiteten Boden, auf welchem Kohlenlösche festgestampft worden. Das einzuschmelzende Roheisen wird in Zangen gepackt, um es nach und nach anzuheizen, und zwar werden 180 Pfund in 3 Zangen vertheilt. Das Einschmelzen erfolgt in $1\frac{1}{2}$ Stunden und dann kommt das Läutern. Hierbei werden die Kohlen durch die Schlacke, welche in der Höhe der Formöffnung im Heerde steht und während der Operation nicht abgelassen wird, stets gehoben, weshalb sie mit einem eisernen Haken ununterbrochen zusammengebracht und oft mit Wasser begossen werden müssen. Setzt sich an dem Schlackenspiefs ein dünnes, strahlgraues Häutchen an, so ist die Operation beendigt, man stellt das Gebläse ein, zieht die Schlacke

ab und bricht das halbgaare Eisen aus dem Heerde. Der Roheisenabgang beträgt 7 bis 9 Procent, und 100 Pfund erfordern 7 bis 8 Kubikfufs Kohlen. — Die Läuterfrischschmiede liefert ein gutes Roheisen, jedoch mit grofsem Aufwand an Eisen und Kohlen.

Vergleicht man die verschiedenen Frischmethoden, so ergiebt sich sogleich, dafs sie nur Modificationen eines und desselben Verfahrens, der Einmalschmelzarbeit, sind, deren Zweck auf die Vorbereitung des Roheisens zum Frischprozefs gerichtet ist. Bei der Brocken- und bei der Brechschmiede, welche in Frankreich und in der Lombardei unter dem gemeinschaftlichen Namen: Affinage bergamasque, bekannt sind, erfolgt die Vorbereitung des Roheisens und das Frischen der vorbereiteten Eisenmassen in einem und demselben Heerd. — Bei der Hart- und Weich-Zerrennfrischschmiede, bei der Kartitsch- und bei der Löschfeuerschmiede wird die Vorbereitung des Eisens in einem besondern und das Frischen in einem zweiten Heerde vorgenommen. In Frankreich sind diese drei Verfahrungsarten unter dem gemeinschaftlichen Namen: Affinage nivernais, bekannt. Oft besteht die Vorarbeit, welche mit dem Roheisen in dem Schmelz- oder Vorbereitungsheerd vorgenommen wird, nur in einer einfachen Umschmelzarbeit, wobei das Roheisen in einem so flüssigen Zustande eingeschmolzen wird, dafs es durch die Schlackenöffnung aus dem Heerde abgelassen und in dem noch flüssigen Zustande mit Wasser begossen wird. Diefs Verfahren kann man füglich mit demjenigen bei der Hart- und Weich-Zerrennarbeit vergleichen, nur dafs hier das Roheisen nicht im flüssigem Zustande aus dem Heerd genommen, sondern in diesem selbst mit Wasser begossen und in einzelnen Scheiben herausgehoben wird. — In andern Fällen wendet man eine Art Kartitsch- oder auch von Läuterarbeit an. — Zuweilen wird das aus dem Vorbereitungsheerd abgelassene, umgeschmolzene Roheisen nach dem Zerschlagen gebraten, zuweilen unterläfst man diefs. Das Braten geschieht entweder in Oefen, oder in Heerden, zuweilen wohl nur zwischen glühenden Hohofenschlacken, wodurch der Zweck vollständig erreicht wird.

Die Deutsche Frischschmiede bereitet das Roheisen durch ein- oder mehrmaliges Rohaufbrechen und daher bei ungestörtem Fortgange des Prozesses vor. Diefs Verfahren ist offenbar das vollkommenste und dasjenige, durch welches der geringste Eisen- und Brennmaterialverlust veranlafst wird.

14. Die Südwaleser Frischschmiede

ist ein etwas verwickeltes Verfahren, welches in der englischen Provinz Südwales, so wie auch an einigen Orten in Deutschland, nur zur Darstellung des Materialeisens für das Weifsblech angewendet wird. Man erlangt dadurch ein festes, hartes und weniger fasriges Eisen. Die eigentliche Frisch-

arbeit wird bei Holzkohlen, die Vorbereitungs-, die Schweifs- und die Reckarbeit bei Koaks vorgenommen.

Das graue Roheisen wird zuerst in, schon weiter oben beschriebenen Feineisenfeuern (Fig. 71. und 72.), bei Koaks umgeschmolzen, das umgeschmolzene Roheisen gröfstentheils noch flüssig unmittelbar in den Frischheerd geleitet, zuweilen auch erkaltet in diesen gebracht und darin brockenweise und ununterbrochen mit der Brechstange gegen die Form geführt, und im Winde cementirt. Man erhält dabei einzelne kleine, halbgaare Frischstücke von 10 bis 12 Pfund an Gewicht, die unter einem Hammer zu flachen Kuchen zusammengeschlagen werden. Diese Frischarbeit geht sehr schnell, und zu 100 Pfund von dem stahlartigen Eisen werden etwa $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Kubikfufs Holzkohlen verbraucht.

Die völlige Gaare erhalten die Kuchen durch Cementiren in glühender Luft in eigenhtümlichen Schweifsöfen, die in England Hollowfire (Hohlfeuer) genannt werden. Sie kommen in denselben mit dem Brennmaterial nicht in unmittelbare Berührung, sondern werden nur der glühenden Luft ausgesetzt und entweder durch den Sauerstoff derselben, oder auch durch das erzeugte kohlensaure Gas, welches sich in der Glühhitze in Kohlenoxydgas umändert, gänzlich von dem Kohlenstoff befreit. Dieselben Oefen werden auch dazu angewendet, altes Stabeisen, Blechabschnitte u. s. f. mit geringem Eisenverlust zusammenzuschweifsen, um sie unter dem Hammer und dann unter Walzen weiter zu verarbeiten. Ein solcher Schweifsofen besteht aus zwei Abtheilungen, von denen die erste mit zwei Thüren versehen ist, durch welche das auszuschweifsende Eisen in den Glühraum gebracht wird. In diesem Raum verbrennen die Koaks, weshalb derselbe an der Seite mit einer Formöffnung versehen ist. Der zweite Raum wird durch die Flamme oder durch die glühende Luft aus dem ersten Raum erhitzt, weshalb beide durch eine oder mehrere Oeffnungen mit einander in Verbindung stehen. Dieser zweite Raum dient zum Anwärmen der Kuchen oder des zu schweifsenden Eisens. Der Ofen wird, soll er betrieben werden, bis zur Höhe der beiden Thüröffnungen mit Koaks angefüllt, und sobald dieselben in Gluth gekommen sind, werden 3 oder 4 Kuchen auf einen schmiedeeisernen Stab gelegt und jedesmal zwei derselben zugleich in den Ofen geschoben, indem diese Stangen vorn in der Thür und hinten auf einem Mauervorsprung ruhen. Sind die Kuchen durch die Gluth der unter ihnen befindlichen Koaks schweifswarm geworden, so werden sie unter einem schweren gufseisernen Hammer zu 4 Zoll breiten, 2 Zoll dicken und 3 Fufs langen Stäben zusammengeschlagen, die dann nach anderweitig erlangter Schweifshitze unter Walzen zu Stürzen und zu Blech (Dünneisen) weiter verarbeitet werden. — Der Ge-

wichtsverlust beträgt bei den verschiedenen Operationen des Südwaleser Frischens etwa 28 Procent.

B. Die Frischarbeit in Flammöfen.

Obgleich bereits im 17ten Jahrhundert mehrere Patente in England auf Verfrischen von Roheisen in Flammöfen bei Steinkohlen ertheilt worden sind, so gelang es doch erst 1787 Cort und Parnell, dieses Verfahren mit Erfolg auszuführen.

Die Erscheinungen bei dieser Frischmethode lassen sich aus dem Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze leicht erklären. Dunkelgraublaues und am wenigsten Graphit enthaltendes Roheisen erleidet beim Zutritt der Luft in der Glühhitze keine schnelle Veränderung; durch anhaltendes Glühen wird es eine mürbe, stabeisenartige Masse ohne Zusammenhang, indem der Graphit nicht zerstört wird. Weifses Roheisen wird dagegen in starker Glühhitze, bei schwachem Luftzutritt, mit einem geringen Eisenverlust in Stabeisen umgeändert, während das graue Roheisen nur den geringsten Antheil Kohle, welcher mit ihm chemisch verbunden war, verliert und das entkohlte Roheisen bei fortgesetztem Glühen oxydirt, ohne dafs der Graphit früher zerstört wird, als bis auch die ganze Eisenmasse schon oxydirt worden ist. Gaarende Zuschläge, die in der Glühhitze ihren Sauerstoff abtreten, haben dieselbe Wirkung, als freier ungebundener Sauerstoff.

In der Schmelzhitze treten alle gedachten Veränderungen schneller ein, als in der blofsen Glühhitze, und zwar wiederum beim weifsen Roheisen schneller als beim grauen, weil jenes alle Stufengrade des Weichwerdens bis zum wirklichen Schmelzen durchgeht, also in einen Zustand versetzt werden kann, welcher die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Kohle im Eisen befördert. Eines solchen Mittelzustandes zwischen starr und flüssig ist das graue Roheisen nicht fähig, weshalb es sich bis zur Schmelzhitze am wenigsten verändert. — Ist diese erreicht und das Roheisen tropfbar flüssig, so ist der Einflufs des freien sowohl als des gebundenen Sauerstoffs ganz gleich; allein er wirkt in dieser hohen Temperatur zu heftig, und indem die Kohle verbrennt, oxydirt auch zugleich das Eisen und dasselbe verschlackt. Beim grauen Roheisen aber erfolgt diefs schneller als beim weifsen, weil jenes zum Flüssigwerden eine höhere Temperatur erfordert und dieselbe die Verschlackung befördert. Aus demselben Grunde verschlackt auch aus leichtflüssigen Beschikkungen erblasenes und mehr Graphit enthaltendes Roheisen weniger, als das aus strengflüssigerer Beschickung dargestellte.

Spiegeleisen, die leichtflüssigste Roheisenart, verhält sich fast wie graues aus leichtflüssiger Beschickung, geht aber weniger plötzlich aus dem starren in den tropfbaren Zustand über. Letzteres kann durch plötzliches Erstarren

beim Begiefsen mit Wasser im Ofen, in weifses Roheisen umgeändert werden, welches sich dann, bei vorsichtiger Regulirung der Hitze, in einen teigartigen Zustand versetzen läfst. Da aber Spiegeleisen in der zum Frischen erforderlichen Temperatur schon zu schmelzen beginnt, so läfst es sich nur mit gaarenden Zuschlägen zum Frischen bringen und eignet sich daher auch wenig zum Flammofenfrischen.

Das weniger Kohle enthaltende weifse Roheisen bleibt dagegen lange in dem Mittelzustande zwischen starr und flüssig, es kann daher in niedern Graden der Schweifshitze, durch langsame Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, entkohlt werden und bedarf keiner gaarenden Zuschläge. Auch verschlackt es sich nicht so leicht, wenn man nur dahin sieht, möglichst wenig unzersetzte Luft durch den hinlänglich hoch mit Kohlen angefüllten Rost, oder durch die Arbeitsöffnung in der Einsetzthür des Ofens strömen zu lassen. Das beste Material für die Flammofenfrischerei bleibt also das luckige, oder das demselben nahe stehende weifse Roheisen, welches auch durch Vorbereitung aus grauem und halbirtem Roheisen bereitet werden kann.

Das Roheisen enthält aber aufser Kohle auch noch Schwefel, Phosphor, Silicium und Mangan, und zwar von den letztern beiden Substanzen um so mehr, in je gröfserer Hitze es erzeugt ward. Aus diesem Grunde wendet man also graues Roheisen um so weniger zum Flammofenfrischen an, sondern um so mehr gehörig vorbereitetes, da es nicht allein ärmer an Kohle, sondern auch reiner an Phosphor, Mangan und Silicium ist, und da es endlich auch keiner gaarenden Zuschläge bedarf.

Dennoch verwendet man auf vielen Hütten das graue und halbirte Roheisen unmittelbar zum Flammofenfrischen, theils um die mit der Vorbereitung verbundenen Kosten zu vermeiden, und theils weil das Verfrischen des weifsen Roheisens geübtere und gewandtere Arbeiter erfordert. Wirklich läfst sich auch gutartiges Holzkohlenroheisen recht gut unvorbereitet, mit Hülfe von gaarenden Zuschlägen, im Flammofen verarbeiten, und selbst mit dem mit guten Koaks, aus gutartigen Erzen und bei leichtflüssiger Beschickung erzeugtem Roheisen läfst sich ein gutes Stabeisen darstellen. Dagegen wird man, wenn das Roheisen starke Beimischungen von Phosphor und Silicium enthält, durch das unmittelbare Verfrischen des grauen und halbirten Roheisens nie ein gutes Stabeisen zu fabriciren im Stande sein.

Man unterscheidet daher bei dem Flammofenfrischen zwei Methoden, von denen die eine unmittelbar graues und halbirtes Roheisen, die andere aber nur weifs gemachtes verarbeitet. Die erste Methode nennt man das Schlakkenfrischen (Puddlage à fours bouillants im Französ.), die andere das Weifseisenfrischen, da man bei jenem zum Gaaren einen starken Schlakkenzusatz macht. — Das Weifseisen wird sogleich ohne weitere Vorbereitung

auf den Heerd des Flammofens gebracht; nur hat man nicht selten die Einrichtung, dafs der Heerd zwei Abtheilungen hat, von denen die erste zunächst der Feuerbrücke, zum Puddeln, und die zweite zunächst dem Fuchs, zum Anwärmen des für den nächsten Einsatz abgewogenen Roheisens bestimmt ist.

Die Flammöfen zum Frischprozefs sind von den zum Umschmelzen des Roheisens angewendeten nicht wesentlich verschieden, und die für diese im vorhergehenden Abschnitte entwickelten Grundsästze finden auch auf jene Anwendung. Die Essen sind hier niedriger, weil es nicht darauf ankommt, das Eisen schnell in Flufs zu bringen und weit über seinen Schmelzpunkt zu erhitzen; 40 Fufs sind hinreichend, denn wenn höhere Essen auch besser als niedrige, so sind sie doch ungleich kostbarer. Der Heerd ist bei den Weifseisenfrischöfen fast ganz horizontal, bei dem Schlackenfrischen mehr muldenförmig, allein der von jenen erhält zuweilen zur Erleichterung des Abfliefsens der Schlacken eine nicht bedeutende Neigung gegen den Heerd.

Da die Feuerbrücke sehr leidet, so hat sie häufig die Einrichtung, durch Luftzug abgekühlt werden zu können, welche Einrichtung man neuerlich auch auf sämmtliche Umfassungswände des Heerdes ausgedehnt hat. Diese Luftkühlung ist zweckmäfsiger als die hin und wieder auch in Anwendung stehende Wasserkühlung, indem die hohlen gufseisernen Heerdeinfassungen leicht springen, dann Wasserdämpfe in den Ofen dringen und den innern Raum abkühlen. Den Rost legt man möglichst tief, um eine hohe Kohlensäule zu erhalten, damit nicht unzersetzte Luft in den Ofen dringt, indem dieselbe zu gewissen Perioden des Prozesses nachtheilig ist.

Die obere Essenöffnung mufs nothwendig mit einer leicht zu verschliefsenden Klappe versehen sein, um den Luftzug gänzlich hemmen zu können. Auch der Zutritt der Luft über den Rost mufs möglichst vermieden werden. Um diefs recht vollständig zu können, oder auch um über die eine Hälfte des Heerdes einen Luftzug nach dessen Länge fortleiten zu können, während auf der andern Hälfte keiner stattfindet, hat man vorgeschlagen, den Rost unter den Roststäben mit einer aus zwei Flügeln bestehenden eisernen Klappe zu versehen, so dafs entweder beide Klappen niederhängen, also ein ungestörter Luftzutritt zum Rost stattfindet, oder dafs beide Klappen aufgeschlagen werden, wenn der Luftzutritt gänzlich gehemmt werden soll, oder dafs nur eine von den beiden Klappen, und zwar an der Seite des Ofens aufgeschlagen wird, an welcher man die Luftströmung gänzlich hindern will.

Die **Einsetzthür** mufs leicht auf und nieder bewegt werden können, aber auch so fest anschliefsen, dafs keine äufsere Luft eindringen kann, welches man gewöhnlich durch Bewerfen der Fugen mit Sand bewirkt. Unten hat die Einsetzthür eine 5 Zoll im Quadrat grofse und ebenfalls mit einer Thür verschliefsbare Oeffnung, welche die **Arbeitsöffnung** genannt wird,

weil sie zu dem Einbringen der Gezähe zum Bearbeiten des Eisens dient. Auch enthält die Einsetzthür ein kleines, etwa 1 Zoll im Durchmesser haltendes Spähloch, welches mit einem Thonpfropf verschliefsbar ist.

Die Mauerung der Oefen besteht aus sehr feuerfesten Ziegeln und ist mit einem eisernen Mantel umgeben, wodurch die Haltbarkeit des nur 9 Zoll starken Mauerwerks bewirkt wird.

Der Heerd der Oefen hat eine sehr abweichende Form, allein die Abweichungen sind nicht sehr wesentlich. Bei mit langer Flamme brennenden Steinkohlen kann man den Heerd länger und schmäler machen, bei magern Kohlen mufs er dagegen breiter und kürzer sein. Auch die Lage des Rostes unter der Feuerbrücke ist von der Beschaffenheit der Steinkohlen abhängig. Das Verhältnifs der Fuchsöffnung zur Rostöffnung mufs so sein, dafs der Heerd auf allen Punkten gleich stark erhitzt wird, weil das Eisen soviel als möglich auf der ganzen Heerdfläche zu gleicher Zeit zur Gaare gebracht werden mufs. — Die Einsetzthür liegt näher am Fuchs als am Rost und daher nicht in der Mitte, weil dort die Hitze stets etwas stärker wird als hier.

Die Fig. 79. bis 82. stellen einen gut eingerichteten englischen Puddelofen vor, und zwar Fig. 79. einen senkrechten Längendurchschnitt, Fig. 80. eine Seitenansicht, Fig. 81. einen Grundrifs, Fig. 82. den obern Theil der Esse mit der Klappe. *a* ist die Schüröffnung zum Einbringen des Brennmaterials, *b* Roststäbe, *c* Feuerbrücke, *d* gufseiserne Heerdplatten, welche auf gufseisernen Tragebalken *e*, *e* ruhen, die an beiden Seiten an die gufseisernen Umfassungsplatten angeschraubt sind; *f* der aus Schmiedesinter oder Frischschlacken, oder reinem Quarz bestehende, 3 bis 4 Zoll hohe Heerd. *g* grofse Einsetzthür, welche durch einen eisernen Hebel *g'* und Ketten auf und nieder bewegt werden kann, und die mit der Arbeitsöffnung, so wie mit dem Schauloch versehen ist. Man bringt auch wohl noch eine zweite Einsetzthür, *h*, nahe dem Fuchs an, durch welche man das zu einem neuen Frischen bestimmte Roheisen einsetzt, sobald die Luppen (balls engl.) angefertigt sind, um es weich werden zu lassen, worauf es dann auf den Heerd vorgezogen wird. *i* die Esse; gewöhnlich legt man zwei Oefen an eine Esse, welcher man eine Höhe von 30 bis 50 Fufs giebt; jeder Ofen hat aber seinen besondern Essenschacht und eine Klappe oder ein Register, um den Luftzug, wenn es erforderlich ist, sogleich, durch Bewegung des Hebels von der Hütte aus, aufheben zu können. *k* Schlackenabzug. [Abbildungen sehr verschiedenartig eingerichteter Puddelöfen findet man in den Werken von Karsten und Walter (Hartmann.]

Eine besondere Aufmerksamkeit erfordert der Heerd. Seine Masse besteht jederzeit aus gaaren Frischschlacken, welche sehr strengflüssig und schlechte Leiter sind. Heerde von Kalk, Sand, Sandstein, Thon und feuer-

festen Ziegelmassen halten nicht aus, und eine Sohle von gepochtem und rein gewaschenem Quarz, wie man sie hin und wieder anwendet, hat einen nachtheiligen Einfluſs auf das Eisen. Die unmittelbare Grundlage für die Schlakkensohle bildet entweder Sand, oder besser, die eiserne Heerdplatte. Man schmilzt die Schlackensohle auf und macht sie 3 bis 4 Zoll stark.

Des Schlackenabflusses wegen giebt man dem Heerde beim Weiſseisenfrischen eine geringe Neigung nach dem Fuchs zu, oder man entledigt sich der Schlacken durch eine wirkliche Stichöffnung, die unter dem Fuchs in den Heerd geht. Bei dem Schlackenfrischen wendet man einen etwas muldenförmig ausgetieften Heerd an, und die oft bedeutenden Quantitäten Schlacken werden theils durch die Einsetzthür ausgezogen, theils durch einen unter der Einsetzthür angebrachten Schlackenabstich fortgeschafft.

So lange das Eisen noch nicht erweicht, oder beim Schlackenfrischen noch nicht geschmolzen ist, kann man unbedenklich eine starke Hitze mit geöffneter Essenklappe geben. Sobald aber dieser Zustand eingetreten ist, so muſs der Luftstrom entweder durch Verminderung der Essenöffnung geschwächt, oder durch gänzlichen Verschluſs der Essenklappe ganz aufgehoben werden. Beim Schlackenfrischen wirkt ein starker Luftstrom im ersten Anfange der Frischperiode weniger nachtheilig.

Bei der Feuerung ist sehr dahin zu sehen, daſs die Kohlen auf dem Rost nicht zu tief niederbrennen, weil sich nicht allein der Ofen sehr abkühlt, wenn frische Kohlen nachgetragen werden, sondern weil auch viel Luft unzersetzt durch die Roststäbe geht und eine Oxydation des Eisens veranlaſst wird. Da nun stets mehr unzersetzte Luft in den Ofen gelangt, als zum Frischen nöthig ist, so muſs, durch schnelles und oft wiederholtes Eintragen von Kohlen, der Rost stets mit brennenden und glühenden Kohlen angefüllt erhalten werden, besonders in den Arbeitsperioden, in denen die Arbeitsthür geöffnet und die Essenklappe geschlossen sein muſs. — Ist die Hitze auf dem Heerde zu stark, so muſs das Eisen durch Begieſsen mit Wasser abgekühlt werden.

In der ersten Periode der Arbeit veranlaſst das verschiedene Verhalten des weiſsen und des grauen Roheisens in der Schweiſs- und Schmelzhitze ein etwas verschiedenes Verfahren beim Schlacken- und beim Weiſseisenfrischen. Das graue Roheisen muſs nämlich durch Einwirkung der Schlacken erst in den Zustand gesetzt werden, in welchem sich das weiſse schon befindet, wenn es anfängt weich zu werden und sich mit der Brechstange bearbeiten läſst. Sobald das graue Roheisen, durch die Einwirkung der gaaren Zuschläge, in diesen Zustand versetzt worden ist, tritt bei beiden Methoden ein ziemlich gleiches Verfahren ein, weil nun das Gaaren durch Einwirkung der atmosphärischen Luft, bei einer möglichst groſsen und stets erneuerten Oberfläche des Eisens bewirkt werden muſs. Dieſs Letztere geschieht durch Umkehren der Eisen-

masse, weshalb man das Flammofenfrischen in England den Puddling-process, Puddelfrischen, Puddeln und die dabei angewendeten Oefen, Puddling-furnaces, Rühr-, Puddling- oder Puddelöfen genannt hat.

Die für den Erfolg des Puddelns sehr wichtigen Schmelzheerde werden auf folgende Weise angefertigt: Die gröfsten Schlackenstücke von Faustgröfse schichtet man möglichst dicht neben einander, rund um die Ofenwände, auf die Heerdplatte auf und füllt die Zwischenräume mit kleinen Stücken aus. Beim Schlackenfrischen wird sogleich das Muldenförmige und beim Weifseisenfrischen die geringe Neigung des Heerdes zum Fuchs berücksichtigt. Ist diese unterste 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll starke Schlackenschicht aufgetragen, so feuert man den Ofen stark an und steigert die Temperatur, bis dafs die Oberfläche der Schlacken weifsglühend wird und an zu schmelzen fängt. Darauf öffnet man die Einsetzthür des Ofens und überschüttet die ganze Schlackenmulde gleichmäfsig mit kleinen Schlackenstücken, wodurch die Zwischenräume noch mehr ausgefüllt werden und der Heerd eine geebnetere Gestalt erhält. Der Ofen wird dann wieder geschlossen und mit Feuern so lange fortgefahren, bis die letzte Schlackenlage weich wird, worauf man sie mit einem eisernen Haken zusammenschlägt, um dem Heerde die erforderliche Dichtigkeit und eine geebnete Oberfläche zu geben. Beide Schlackenlagen müssen fest mit einander verbunden und das Einbrennen so vollkommen erfolgt sein, dafs beim Frischen keine Eisenmassen hängen bleiben, welches die Operation aufserordentlich erschwert. — Der ganze Schlackenheerd wird nun mit einer 2 bis 3 Linien starken Lage von Sinter, d. h. dem feinstem Hammerschlag von der Walzarbeit überschüttet, und dieselbe ebenfalls eingeschmolzen, worauf eine letzte, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linie starke Lage von Sinter gegeben und dieselbe auch in zähen Flufs gebracht wird. Ein solcher Heerd hält viele Wochen, ja Monate lang aus und bedarf nur dann und wann einer Reparatur mit feinem Sinter.

Beim Schlackenfrischen setzt man das Roheisen zuweilen gleich mit einem Zusatz von gaarer Frischschlacke oder auch von reichen Eisenerzen und ähnlichen oxydirenden Substanzen in den heifsen Ofen, und schmelzt es mit geöffneter Klappe rasch ein. Darauf wird diese geschlossen und die Oberfläche des Eisens ununterbrochen verändert und in dem Schlackenbade in einer wellenförmigen Bewegung erhalten. Ist das Eisen zu flüssig geworden, so wird es mit Wasser begossen und abgekühlt, um es mit der Schlacke durchrühren zu können. In andern Fällen wird die Schlacke erst später zugesetzt, um das Eisen dadurch und durch Begiefsen mit Wasser in einen mehr entkohlten und breiartigen Zustand zu bringen.

Beim Weifseisenfrischen wird das Roheisen, ohne jeden Zusatz, in einen breiartig erweichten Zustand gebracht, derselbe von Zeit zu Zeit mittels einer durch die Arbeitsöffnung eingeführten kleinen Brechstange untersucht und,

fühlt sich die Masse noch zu starr an, weiter gefeuert, oder, ist sie zu flüssig, Wasser darauf gegossen. Um das Frischen des in dem breiartigen weifswarmen Zusande befindlichen Eisens zu befördern, läfst man auch sehr zweckmäfsig atmosphärische Luft durch das halb geöffnete Schürloch, bei geschlossener Essenklappe, ein und läfst die erwärmte Luft über die Oberfläche des Eisens strömen. Es wird dadurch die Abscheidung der Kohle ohne bedeutende Verschlackung des Eisens befördert.

Nach beendigter Schmelzperiode ist es wesentlich, den Rost fast ganz mit glühenden, aber keinen Rauch mehr entwickelnden Koaks bedeckt zu haben, damit der Ofen in der Frischperiode hinlänglich erhitzt sei. Ein Nachfeuern ist nur gegen das Ende des Frischens gestattet. — Befindet sich das Eisen nun unmittelbar, oder mit Hülfe gaarender Zuschläge, in einem breiartigen Zustande, so wird es aufgebrochen, gewendet und gleichmäfsig über den Heerd ausgebreitet. Je nachdem sich das Eisen mehr oder weniger roh verhält, ist das Schürloch mehr oder weniger geöffnet, die Essenklappe und die Einsetzthür sind dabei geschlossen und nur die Arbeitsöffnung nicht, indem durch dieselbe die Eisenmasse unaufhöhrlich durchgearbeitet, zertheilt, gewendet und umgerührt wird. Die Kohle entweicht als Kohlenoxydgas mit blauen Flämmchen, so wie mit sicht- und hörbarem Aufbrausen und Aufkochen; die Masse wird immer steifer und lichter, und zwar in dem Maafs, als sich die genannten Erscheinungen vermindern. Ist das Eisen zu kalt geworden, so mufs eine schnelle Hitze gegeben werden, jedoch ist diefs Nachheizen in der eigentlichen Frischperiode möglichst zu vermeiden. Das Ende derselben zeigt sich durch einen eigenthümlich aufgelockerten Zustand der Masse, dem bei richtig geführter Arbeit stets eine grofse Zähigkeit vorangeht, und daher die Arbeit sehr beschwerlich macht, so dafs man schon die Anwendung von Maschinenkräften zu der Puddelarbeit vorgeschlagen hat, welches aber für unzweckmäfsig befunden worden ist. — Die Einschmelzungsperiode dauert etwa 20 und die Frischperiode 40 bis 45 Minuten.

Zeigt sich nun die Masse trocken und sandig, so mufs eine schnelle und starke Hitze gegeben werden, worauf der Zutritt der Luft durch das Schürloch sorgfältig verhindert wird. Es tritt nun die Schweifsperiode, nämlich diejenige Periode ein, in welcher sich die durch das Puddeln getrennten Theilchen des Eisens mit einander vereinigen, oder an einander schweifsen. Jedoch dürfen sie nicht zu einem Klumpen zusammenballen, sondern man macht aus der Masse mehrere sogen. Ball's (wörtl. Kugeln), deren Anzahl von der Menge des Eisens auf dem Heerde abhängt. Die Arbeit ist schwierig und erfordert grofse Gewandtheit. Der letzte Ball wird mehrmals über den Heerd hin- und hergerollt, um die einzelnen auf demselben liegen gebliebenen Brocken vom gefrischten Eisen aufzunehmen.

Die Ball's, das Produkt der Puddelöfen, sind poröse Massen von gefrischtem Eisen und sehr vieler Schlacke, welche beim Zusammenschlagen unter dem Hammer, oder beim Zusammenpressen unter dem Walzwerk noch nicht gänzlich entfernt wird, weshalb sie eine abermalige Schweifshitze in besondern Schweifsöfen erhalten müssen, wobei auf verschiedene Weise verfahren wird.

Sobald der letzte Ball vom Heerde genommen ist, wird beim Schlakkenfrischen die Schlacke ausgeschöpft oder zuweilen auch abgestochen, der Heerd gereinigt, nöthigenfalls reparirt und von Neuem Roheisen eingesetzt. Beim Feineisenfrischen wird der Heerd ebenfalls geebnet, reparirt und zum neuen Einsatz geschritten.

Beim Verfrischen von rohschmelzendem und bei Holzkohlen erblasenem Roheisen befolgt man in der ersten Periode ein von dem gewöhnlichen abweichendes Verfahren, worüber wir noch einige Bemerkungen machen müssen. Graues Koaksroheisen kann ohne Vorbereitung nur mit anderm, weniger rohgehendem Roheisen, oder nur mit grofsem Zeitverlust verfrischt werden, und liefert stets ein schlechtes Stabeisen. Dasselbe ist mit grauem, phosphorhaltigem Holzkohlenroheisen der Fall. Beide Roheisensorten erfordern sehr grofse Quantitäten von gaarenden Zuschlägen und dennoch erfolgt die Trennung des Eisens von der Schlacke, oder vielmehr das Gaarwerden des Eisens in der grofsen Schlackenmasse nur sehr schwierig und erfordert kräftig eingreifende, chemisch einwirkende und mit Luftentwickelung verbundene Zuschläge, deren Zweck und Wirkung sogleich klar werden wird.

Die Gröfse des Einsatzes beträgt im Maximum 450 und im Minimum 300 Pfund. Ein höherer Einsatz giebt ein ungleichartiges Produkt und geringere sind ökonomisch unvortheilhaft. Die äufsere Gestalt der Roheisenstücke ist ziemlich gleichgültig, doch dürfen sie nicht ungleich grofs sein, weil sonst keine gleichförmige Erweichung zu erwarten ist. Das Eisen wird mittels einer Schaufel auf den Heerd gesetzt, dann die Einsetzthür geschlossen und dieselbe in dem Rahmen, in welchem sie sich bewegt, festgekeilt, indem die Thür beim Puddeln als Hebelspunkt für die Gezähe dienen mufs.

Sobald die Einsetzung des Eisens vollendet ist, bringt man frische Kohlen auf den Rost und nach einer halben Stunde zerschlägt man die noch nicht in Flufs gekommenen Eisenstücke mit einer eisernen Keule. Um die gesammte Eisenmasse möglichst gleichmäfsig in einen teigartigen Zustand zu versetzen, wird das schon flüssig gewordene Roheisen sofort mit abkühlenden Zuschlägen behandelt. Die Essenklappe wird fest verschlossen, so dafs die Flamme aus der Arbeitsöffnung und aus dem Schürloch träge herausdringt, welches ein Zeichen ist, dafs fast gar keine atmosphärische Luft in den Ofen dringt. — Ist das Roheisen schon tropfbar flüssig geworden, so werden

sofort 2 Pfund gaarende Zuschläge (Stockschlacken vom Hammer und den Walzwerken und Eisensinter) angewendet, die das Eisen sowohl durch ihre niedrige Temperatur als auch durch chemische Einwirkung zum Erstarren bringen und die schnell mit der ganzen Eisenmasse vermengt werden müssen. Bleibt das Eisen noch flüssig, so wird es mit Wasser abgekühlt, und sind die durch den Schlackenzusatz entstandenen Eisenklümpchen unter beständigem Umrühren der Eisenmasse wieder erweicht, so wird eine neue Quantität Zuschlag, abwechselnd mit Wasser, angewendet, bis sich ein breiartiger Zustand eingestellt hat. Dabei wird das Umrühren oder Puddeln ununterbrochen fortgesetzt.

Ist auf diese Weise das eingeschmolzene Roheisen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden lang umgerührt, sind 10 bis höchstens 15 Pfund Zuschläge dazu angewendet und ist es gehörig mit Wasser behandelt, so läfst sich die Absonderung des Eisens von der geschmolzenen Schlacke nur noch in Gestalt von runden und vollständig geschmolzenen kleinen Kugeln bemerken. Die Masse bläht sich über dem ganzen Heerde wie Brodteig auf und bei der am Gezähe hängenden Schlacke lassen sich Eisentheilchen von gezacktem Ansehn und von dunkler Glühfarbe unterscheiden. Es tritt nun die Periode der Gaare ein und schreitet rasch vor; die Eisentheilchen werden immer heller, die Schlacke zieht sich allmählig auf den Boden des Heerdes und es treten aus ihr Eisenmassen mit gezacktem Ansehn hervor. Will sich die Schlacke vom Eisen nicht recht scheiden, so ist der Ofen zu kalt, so dafs er stärker geheizt und das Eisen tüchtig umgerührt werden mufs. Jedoch treten diese Erscheinungen beim Weifseisenfrischen gar nicht und beim Schlackenfrischen nur bei sehr rohschmelzendem, leichtflüssigem und unreinem Roheisen, oder bei auffallender Vernachlässigung der Arbeit ein. Am besten ist es, zur Beförderung der Absonderung der Schlacke vom Eisen, Zusätze anzuwenden, die eine kräftige chemische Einwirkung und Gasentwickelung veranlassen, um die Masse in eine kochende Bewegung zu bringen. Man hat Kochsalz, Braunsteinpulver, dasselbe mit jenem gemeinschaftlich, auch kleine Mengen von Salpeter unter diesen Umständen mit Erfolg angewendet. Zusätze von Wasser müssen aber dabei sehr vermieden werden.

Sobald das Eisen sich aufblähet und bis zu den eintretenden Zeichen des Gaarwerdens müssen die unmittelbar auf dem Heerde liegenden Eisenmassen in die Höhe und mit den gaarenden gezackten Eisenklümpchen in Berührung gebracht werden. — Sinkt nun die Schlacke auf dem Heerde nieder, so mufs die Temperatur erhöhet werden, weshalb die Essenklappe etwas aufgezogen wird und die Kohlen auf dem Rost gelüftet werden. Die Eisenmasse hat ein körniges Ansehen, aber nicht die Fähigkeit, sich zusammenzuballen. — Die Arbeit wurde bisher mit einem krückenähnlichen Gezäh

verrichtet, dessen geschärfte Bahn sanft auf der Heerdoberfläche hingezogen wurde, um das Eisen, welches sich zu Boden setzen wollte, abzulösen; jetzt aber wird zur leichtern Zertheilung der Masse eine Brechstange mit meifsel-ähnlicher Zuschärfung angewendet.

Nun wird das Feuer etwas verstärkt, die Klappe etwas mehr gelüftet, es dringt durch die Arbeitsöffnung mit Heftigkeit kalte Luft in den Ofen hinein und es läfst sich deutlich bemerken, dafs der von der Luft getroffene Theil der Eisenmasse ein helleres, gaares Ansehn bekommt. Jedoch sucht man das Zusammenschweifsen nicht sogleich zu befördern, sondern schafft die gaaren Eisentheile weg, um sie durch minder gaare, in der Nähe der Feuerbrücke liegende zu ersetzen. — Da die Oberfläche des Eisens sehr schnell zur Gaare gelangt, während der unter derselben liegende Theil noch halb roh ist, so durchbricht man die Masse wiederholt, um die rohen Theile auf die Oberfläche zu bringen. Dabei ist das Eisen so steif und gaar geworden, dafs jetzt bei ganz geöffneter Klappe eine starke Hitze gegeben werden mufs, und nun zum Luppenmachen geschritten wird. Hierzu gehört viel Geschicklichkeit, und es läfst sich die Operation kaum beschreiben. Die gezackten Oberflächen der Stücke müssen so viel als möglich auf einander gebracht werden, so dafs sie zusammenschweifsen; auch mufs, zur Vermeidung des Verbrennens von dem Eisen in der hohen Temperatur, so schnell als möglich verfahren werden. Ist während des Puddelns oder Rohfrischens sorgfältig verfahren, so erfolgt das Ablösen des gaaren Eisens von dem Schlackenheerd leicht und schnell. Dieser leidet in der Nähe der Brücke am meisten, läfst sich jedoch durch einige Schaufeln voll feinen Walzsinters leicht wieder herstellen.

Die weitere Verarbeitung der kleinen Luppen oder Ball's unter dem Hammer und Walzwerk, sodann auch im Schweifsofen, ist nicht allein ein Ausschweifsen des Eisens, so wie ein Auspressen der noch mechanisch beigemengten Schlacke, sondern es ist auch der letzte Theil der Frischarbeit selbst, indem dadurch das noch sehr ungleichartige Eisen weit gleichartiger, fester und besser wird. Die Schweifshitzen müssen recht stark und heftig sein, und sie müssen, je besser das Eisen werden soll, um so mehr wiederholt werden, obgleich damit der Eisenabbrand steigt. Schwache Schweifshitzen geben nur faulbrüchiges und mit Schlacke vermengtes Eisen.

Das nun angewendete mechanische Verfahren bei der Stabeisenfabrikation, welches, wie bemerkt, von wesentlichem Einflufs auf die Beschaffenheit des Produkts ist, ist nicht überall gleich. Entweder bringt man die Luppen unter grofse Luppenstreckwalzen, unter denen sie in einer Hitze zu Rohschienen ausgestreckt werden; oder sie werden zuerst unter einem schweren Stirnhammer zusammengeprefst (gezängt) und dann in derselben Hitze sogleich unter dem Luppenwalzwerk zuerst zu dicken Quadratstäben (engl.

Lumbs) und dann zu Rohschienen (Billets, Blooms, Millbars) ausgestreckt. Die letztere Methode der Bearbeitung ist die gewöhnlichere und bessere. Ehe wir jedoch zu der Beschreibung der Hülfsmittel zur weitern Bearbeitung des Eisens und zur Beschreibung dieser letztern selbst übergehen, wollen wir erst noch über einige andere Einrichtungen der Puddelöfen reden.

Um den Puddelprozefs zu beschleunigen und um Brennmaterial zu ersparen, hat man Oefen mit breitern Heerden und mit zwei einander gegenüberliegenden Arbeitsthüren angewendet, in denen man die doppelte Menge von Roh- oder Feineisen gleichzeitig bearbeiten kann, weshalb man sie auch Doppelöfen nennt. Ein solcher Ofen mufs mit der doppelten Arbeiterzahl belegt sein, leistet nie so viel als zwei einfache Oefen und sein Vortheil liegt daher nur in wenigern Anlagekosten und in Brennmaterialersparung. Da aber gröfsere Eisenmassen ungleichartigere Luppen geben, und, wegen der unvermeidlichen Störungen beim Gaarfrischen und beim Herausnehmen der Luppen, 3 Doppelöfen nicht mehr leisten, als 4 einfache, so kann jenen der Vorzug vor diesen nicht eingeräumt werden. — Selbst die Einrichtung, nach welcher das Roheisen für den folgenden Einsatz angewärmt wird, ist minder vortheilhaft, als man annahm, indem sich die Wirkung des Brennmaterials über gröfsere Räume verbreiten mufs. Jedenfalls wird aber dabei an Zeit gewonnen, indem das Einschmelzen beschleunigt werden kann.

Die schon bei den Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens (S. 266) erwähnten Einrichtungen, um die Höhe der Essen vermindern zu können, und die in blasenden oder saugenden Gebläsen bestehen, sind auch bei den Puddelöfen vorgeschlagen, jedoch wohl kaum versucht, da die Essen erprobte Einrichtungen sind und die Bläser oder Sauger bewegende Kräfte erfordern.

Obgleich das beste Brennmaterial für die Puddel-, so wie auch für die weiter unten zu beschreibenden Schweifsöfen, die Steinkohle ist, so kann man doch auch, wo diese fehlt, Holz und Torf gebrauchen. Eine sehr zweckmäfsige Construction eines Ofens mit Holzfeuerung, so wie sie in Steiermark angewendet wird, ist in Fig. 83. in einer äufsern Ansicht, in Fig. 84. im senkrechten und in Fig. 85. im horizontalen Durchschnitt abgebildet und es sind die Dimensionen in österreichschem Maafs überall eingeschrieben. Der Ofen hat einen doppelten Heerd; von den mit Steinkohlen gefeuerten Puddelöfen unterscheidet er sich durch einen kürzern und schmälern Heerd; das Gewölbe, die Feuerbrücke und deren Lage, so wie die Dimensionen der Esse, weichen dagegen nicht ab. Die drei Brücken werden durch durchlaufende Wasserstrahlen abgekühlt, indem gufseiserne Röhren hindurchgelegt worden sind. Der Ofen ist von Talk construirt, der sich sehr leicht und gut bearbeiten läfst und sehr feuerfest ist. Der Rost ist so weit,

dafs viel Holz hindurchfällt. In jeder zwölfstündigen Schicht sind 5 Arbeiter beschäftigt, von denen einer feuert.

Das zu verfrischende Roheisen ist in Steiermark entweder luckig oder spiegelig und mit Holzkohlen erblasen. Bei ersterm macht man 5 bis 6 und bei letzterm 6 bis 8 Operationen in jeder Schicht, indem man auf jeden der beiden Heerde 420 Pfd. Roheisen auf einmal aufsetzt, welches man in einem kleinen hinter der Esse angebrachten Ofen vorwärmt und es etwa rothglühend macht. Das Frischen dauert auf beiden Heerden etwas länger, als auf dem einen eines einfachen Ofens, da es auf dem zweiten, vom Rost entfernten Heerd etwas langsamer geht und deshalb auf dem ersten etwas aufgehalten werden mufs. — Als Brennmaterial wird Nadelholz angewendet, welches in einem Ofen gedörrt worden ist, wogegen man in einem Ofen mit einfachem Heerde wenigstens theilweis lufttrocknes Holz verbrennen kann. Jedoch entwickeln diese mit Holz gefeuerten Oefen nie eine so starke Hitze, als die, in denen Steinkohlen angewendet werden, indem die Luppen oder Ball's weit eher die Schweifshitze verlieren und bald rothglühend werden.

Puddelöfen mit Torffeuerung findet man zu Königsbronn im Würtembergschen und im Dep. der Landes in Frankreich. Die Umrisse eines am erstern Ort angewendeten Ofens sind in Fig. 86. in einem senkrechten und in Fig. 87. in einem horizontalen Durchschnitte dargestellt, und die französischen haben ähnliche Dimensionen. Die Höhe der Esse beträgt 51 Fufs. Man setzt zu Königsbronn etwa 400 Pfd. Weifseisen, welches auch mit Torf auf dem Heerde eines Flammofens mit Gebläse gefeint ist, auf, und ein Frischen dauert etwa 2 Stunden. Man wendet den Torf lufttrocken oder gedörrt an. — Braunkohlen und Anthracit sind nicht anwendbar.

Ein ganz vorzügliches und mit den gröfsten ökonomischen Vortheilen anzuwendendes Brennmaterial für die Puddelöfen ist das Hohofengas, welches jetzt bereits auf verschiedenen Hütten zu diesem Zweck, so wie zum Feuern der Weifs- und der Schweifsöfen angewendet wird. Die Einrichtung des über dem Hohofen stehenden Puddelofens zu Mariazell in Oesterreich ist aus dem senkrechten Durchschnitt Fig. 88. ersichtlich, in welchem, so wie in den Fig. 89 und 90., die Dimensionen in Centimentern eingeschrieben sind.

Die Gase werden dort, so wie an mehrern andern Orten, durch eine einzige Oeffnung aufgefangen. Diese ist bei *a* angebracht, d. h. bei 0,26 der ganzen Ofenhöhe. Man hat in das Schachtfutter ein grofses Stück Grauwackensandstein eingelassen, in welches eine vierseitige Oeffnung eingehauen ist, in die der gufseiserne, mit der Röhrenleitung *c* verbundene Kasten *b* pafst. Bei *d* ist ein Register und bei *e* eine Vorrichtung zum Reinigen der Röhren angebracht. Das Register ist nur zu $\frac{2}{3}$ offen, ein Beweis, dafs die

eine Oeffnung Gas genug giebt. Man schmelzt mit kalter Luft, da man bei erhitzter das Gaspuddeln nicht fortsetzen konnte. Diefs erklärt sich daraus, dafs bei der Natur der Erze ($\frac{2}{3}$ Spatheisenstein) und der Höhe der Ableitung die Gase sehr kohlensäurereich sind, aufserdem im Puddelofen etwas unvollkommen verbrannt werden, so dafs, wenn durch Anwendung von heifser Luft die Hitze mehr im Heerde concentrirt und der obere Theil des Ofens abgekühlt wird, die Hitze im Puddelofen unzureichend bleibt.

Bei dem einen Hohofen zu Wasseralfingen im Würtembergschen, wo die Benutzung der Gase von dem dortigen Director, Bergrath Faber du Faur, zuerst geschah, leitet man die Gase bei 0,4 der ganzen Ofenhöhe ebenfalls durch eine einzige Oeffnung ab; er arbeitet mit offener und heller Gicht und ein Theil der Gichtflamme wird zur Erhitzung der Gebläseluft mittels des, weiter oben auf S. 144 etc. beschriebenen und in den Fig. 25 bis 27. abgebildeten Apparats angewendet. Die Ableitungsöffnung hat fast dieselben Dimensionen, wie in Mariazell, sie hat aber einen 6 Zoll langen, etwas schräg nach abwärts in den Ofen gehenden Ansatz, um die Verstopfung der Oeffnung zu verhindern. Man wendet mehr harte Kohlen als zu Mariazell, aber weniger kohlensäurehaltige Erze an.

Man mag nun die Hohofengase zum Betriebe der Weifsöfen, von denen wir schon weiter oben (S. 332) redeten, der Puddel- oder der weiter unten zu betrachtenden Schweifsöfen anwenden, so mufs eine so hohe Temperatur erzeugt werden, wozu die Mengung der Gase mit atmosphärischer Luft durch den blofsen Zug einer Esse nicht ausreicht. Man mufs also durch einen comprimirten und zwar erhitzten Luftstrom alle Gase in einem beschränkten Raume vollständig verbrennen und die Mengung der Gase mit atmosphärischer Luft so genau als möglich machen. Diese Bedingungen sind sehr leicht zu erfüllen, da man einmal ein Gebläse zur Disposition hat, die Luft sehr gut durch die aus den betriebenen Oefen abziehende Wärme erhitzen und die Mengung der Gase mit der Luft durch einfache Apparate sehr gut ausführen kann.

Die Gase kommen nun in dem Puddelofen durch das cylindrische Rohr *f*, Fig. 88., an, welches von einem andern *f'* das die erhitzte Gebläseluft herbeiführt, concentrisch umgeben ist. Dieses Doppelrohr ist unter einem Winkel von 10° schräg abgeschnitten, um den Wind nach der Sohle zu dirigiren und der untere Rand der Oeffnung befindet sich 2 Fufs (63 Centim.) über der Ofensohle. Jedoch ist diese Verbrennung der Gase sehr unvollkommen. Die Erhitzung der Gebläseluft geschieht in der Röhrenleitung *g*, welche zwölf Mal hin und her geht. Durch den Hahn *h* kann das Einströmen der erhitzten Luft in das Doppelrohr *f'* regulirt werden. Der Ofen hat dieselben Dimensionen wie ein Holzpuddelofen mit einfacher Sohle zu

Neuberg in Steiermark, wogegen wir weiter oben und mit Hülfe von Fig. 83 bis 85. den dortigen Doppelofen betrachteten. Die Einrichtung und die Dimensionen eines Gaspuddelofens zu Wasseralfingen sind aus den Fig. 89 und 90. ersichtlich; sie haben ganz die Einrichtung der dortigen Weifsöfen (s. S. 332.) Die Gase treten bei diesem, dem Marriazeller Ofen weit vorzuziehendem Puddelofen durch eine breite Oeffnung ein, wogegen die erhitzte Gebläseluft durch sieben Düsen eingeführt wird. Bei der Gewalt, mit der die Gase in den Ofen strömen, wird aus der Arbeitsöffnung eine oft lange Stichflamme herausgetrieben, welche jede Arbeit unmöglich machen würde, wenn man nicht durch ein kleines, sich nach oben erweiterndes Rohr dicht vor der Thür einen Luftstrom veranlafste, der die Flamme so vollständig zurückdrückt, dafs das Arbeiten ganz unbehindert geschehen kann. Beim Weifsofen ist diese Vorsicht nicht nöthig, weil in diesem der Arbeiter nur zuweilen und dann mit einer langen Brechstange zu thun hat.

Der Betrieb der mit Gas gefeuerten Oefen bietet nichts Besonderes dar; man wärmt die Eisenstücke $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde in der Esse vor und bringt dann etwa 3 Centn. auf einmal mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Centn. Hammerschlag und gepochter Weifseisenschlacken, zuweilen auch $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ Procent Braunstein, in den Ofen. Diese Quantität wird bei Verarbeitung von Roheisen in 2 bis $2\frac{1}{2}$, bei Weifseisen in $1\frac{3}{4}$ bis 2 Stunden durchgearbeitet. Im ersten Falle erhält das Gewölbe 43 Centim. (16 Zoll), im zweiten 34 Cent. (13 Zoll) Höhe über der Heerdsohle; offenbar weil graues Roheisen flüssiger ist als weifses und daher leicht zu flüssig werden würde. Man bildet in der Regel 6 Luppen.

Man kann aber auch solche Brennmaterialien, welche wegen ihrer geringen Brennkraft oder wegen ihres mechanischen Aggregatzustandes zur Flammofenfrischarbeit nicht anwendbar sind, in besondern Vorrichtungen verbrennen, um das dabei erzeugte Kohlenoxydgas zum Weifsmachen und Frischen des Roheisens, so wie zu den Schweifsarbeiten für das gefrischte Eisen anzuwenden. Es sind bis jetzt nur wenige Versuche gemacht worden, die aber sehr günstige Resultate geliefert haben sollen, die jedoch noch nicht bekannt sind. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dafs diefs Gas bessere Dienste leisten wird, als die Hohofengase, die nicht allein mehr Wasserdämpfe, sondern auch mehr Kohlensäure enthalten. Das Kohlenoxydgas gewährt aber beim Puddelfrischen so grofse Vortheile und trägt zur Verminderung des Eisenverlustes, so wie zur Verbesserung der Beschaffenheit des Eisens so wesentlich bei, dafs man die Erzeugung des Kohlenoxydgases zu diesem Zweck sicher bald allgemeiner einführen wird.

Wir wenden uns nunmehr zu den mechanischen Hülfsmitteln zur Bearbeitung des in den Puddelöfen dargestellten Frischeisens, so wie die zu dieser Bearbeitung selbst.

Die Hämmer (engl. Puddling forges), welche man im Allgemeinen in den Frischhütten nach englischer Art anwendet, sind sogen. Stirnhämmer, d. h. solche, die am vorderen Ende des Helmes gehoben werden. Diese, in Fig. 91. in einer Seitenansicht dargestellten Hämmer bestehen aus einem langen, ganz aus Gufseisen bestehenden Helm *c*, der nebst dem Kreuz aus einem Stück besteht. Letzteres ist mit Zapfen versehen, auf denen die drehende Bewegung erfolgt, und die in einer solchen Höhe auf Angewellen ruhen, dafs die obere Seite des Helms horizontal ist, wenn der Hammer ruhend auf dem Ambofs liegt. — In dem Kopf des Helms ist das Auge, d. h. eine Oeffnung vorhanden, in welche die Angel des Hammers *d* gesteckt wird. — Der Hammer hat die Form eines T, so dafs der Arbeiter beim Zängen des Balls seinen Platz nicht zu verändern braucht, und ihn dennoch ausrecken und schlichten kann. Die Bahn des Ambofses *e* fällt mit der des Hammers genau zusammen. Der Ambofs ist auf einem sehr schweren Stück Gufseisen *hh* befestigt, welches man Chabotte nennt und welches seinerseits auf einer starken gufseisernen Platte *ii* ruhet. Der Kopf des Hammers hat zwei Ohren *g*, oder zuweilen nur eins auf der Seite des Schmieds, um die Enden des Balls zu stauchen. Der Hammer wird durch vier Hebedaumen oder Frösche *bb* gehoben, die in einem starken gufseisernen Ring befestigt sind, der durch eine ebenfalls gufseiserne Welle *a* in Bewegung gesetzt wird. Das ganze Hammerwerk steht auf drei oder vier Lagen von starkem Holz und ist auf denselben durch starke Schraubenbolzen befestigt. Die Elasticität dieses hölzernen Gerüstes hebt einen Theil von der Wirkung des Stofses auf und es werden dadurch Brüche vermieden, die sonst weit häufiger sein würden. Diefs Gezimmer leidet viel, und es ist nöthig, dafs die Chabotte auf einer starken Platte liegt, damit das Holz nicht durch die Wirkung des Stofses in Fasern verwandelt werde. Unter dem Holzwerk liegt ein sehr festes Mauerwerk von Quadersteinen. Die Welle *a* hat an einem ihrer Enden eine Kurbel, welche ihre Bewegung durch die Kurbelstange einer Dampfmaschine erlangt, oder es ist die Welle mit einem starken Wasserrade verbunden. Auf derselben Welle ist ein Schwungrad angebracht, dessen Durchmesser ungefähr 18 Fufs beträgt und dessen Kranz ungefähr 124 Centner wiegt. Dieses mächtige Schwungrad ist zu einer dauernden und regelmäfsigen Bewegung des Hammers unerläfslich.

Das Gewicht des Hammerhelms beträgt 67 Centner, das des Hammers selbst ungefähr 8 Centner; allein die Hebedaumen heben nur ungefähr die Hälfte des ganzen Gewichts. Das Gewicht der Chabotte, so wie das des Wellringes, beträgt ungefähr 76 Centner, und kann nicht geringer sein, ohne dafs die Wirkung der Stöfse dem Gange des Hammers und der Dauer des Werks nachtheilig ist.

Der Hammer macht 80 bis 90 Schläge in der Minute und der Hub beträgt 13 bis 15 Zoll. Zuweilen wendet man Helme an, deren Gewicht 76 bis 86 Centner beträgt; allein bei dem Gebrauch so schwerer Massen entstehen weit häufiger Brüche des Helms oder des Hammers, und man mufs, um eine dauernde und regelmäfsige Bewegung zu erlangen, das Schwungrad auf eine zweite Welle legen und deren Geschwindigkeit beinahe verdoppeln. Das Zängen geht aber durchaus nicht besser und oft zerspringt die Luppe in Stücken, wodurch ein weit bedeutenderer Abgang entsteht und man genöthigt ist, dieselben wieder zusammen zu schweifsen. Der Helm ist in der Nähe des Kopfes, oder in der Mitte vom Mittelpunkt des Schlages, in der Breite und Höhe bedeutend verstärkt, welches zur Vermeidung von Brüchen, die fast immer an diesem Punkte entstehen, und um die Wirkung der Hammerschläge auf das Eisen zu vermehren, nothwendig ist.

In einigen grofsen Hütten hat man zwei Zängehämmer, damit der Betrieb durch den Bruch des einen nicht aufgehalten werde. In diesem Fall legt man sie zu beiden Seiten des Wellringes an und an diesem sind zwei Reihen von Hebedaumen angebracht. Man läfst die Welle und den Ring nun nach der einen oder nach der andern Seite umgehen, je nachdem man sich des einen oder des andern Hammers bedienen will, und stets ist nur einer von denselben in Bewegung.

Um den Hammer ohne die Bewegungsmaschine zum Stillstande zu bringen, welche letztere gewöhnlich auch noch zu andern Zwecken dient, nimmt man den Augenblick wahr, in welchem der Hammer den höchsten Hub erreicht hat, und der immer noch etwas höher ist, als ihn die langsam umgehenden Hebedaumen heben, und der Gehülfe des Schmieds erhält ihn in dieser Lage, indem er zwischen einen der Vorsprünge des Helms und die Chabotte eine Stange Eisen, den K n e c h t, setzt. Um den Hammer wieder in Gang zu bringen, ist es hinreichend, unter die Stirn ein Stück Eisen zu halten, das mit einem hölzernen Stiel versehen ist. Gegen diefs tritt ein Hebedaumen und hebt den Hammer etwas in die Höhe, worauf der Knecht weggenommen wird und jener auf den Ambofs niederfällt.

Will man das Eisen unter dem Hammer ausschmieden, welches aber nur bei gewissen Stücken der Fall ist, die man, um sie zu Maschinentheilen oder zu einem sonstigen besondern Zweck anzuwenden, schweifsen will, so bedient man sich kleiner Stirnhämmer, die übrigens den beschriebenen ganz ähnlich, aber leichter sind und schneller gehen. Das Gewicht des Helms darf 38 Centner nicht übersteigen; die Bahnen des Hammers und des Ambofses haben die zu der besondern Arbeit erforderliche Form und der Hammer macht 140 bis 180 Schläge in der Minute.

In einigen Hütten erfolgt die Hebung dieser Hämmer nicht an der Stirn,

sondern an einer untern Verstärkung des Helms in der Nähe des Hammers. Der Wellring mit den Hebedaumen liegt unter dieser Verstärkung des Helms und in der nämlichen Richtung, und der Hammer wird auf diese Weise gehoben, ohne daſs der Helm beim Niederfallen den Hebedaumen berühren könnte. Die Anzahl der letztern beläuft sich auf zwei bis vier und der Hub des Hammers übersteigt selten $6\frac{1}{2}$ bis 8 Zoll. Eine solche Einrichtung des Hammerwerks hat den Vortheil, weniger Platz zu bedürfen und den ganzen Umkreis des Hammers frei zu lassen; allein der Helm muſs länger sein, damit er nicht schaukelt, oder die Zapfenlager müssen Deckel haben; auch scheinen diese Hammergerüste häufigeren Brüchen unterworfen zu sein. Hin und wieder wendet man zum Zängen schwere Schwanzhämmer oder verschieden eingerichtete Quetschwerke an.

Die Scheeren, welche im Allgemeinen die Einrichtung gewöhnlicher Scheeren haben, wendet man entweder zum Zerschneiden der groſsen Eisenstäbe, aus denen man die Paquete bilden will, oder zum Abschneiden der rauhen Enden von den fertig gewalzten Stäben, die immer fehlerhaft sind und den Stäben ein schlechtes Ansehen geben, oder endlich zum Beschneiden des Blechs an.

Die in Fig. 92. dargestellte Scheere besteht aus einem, auf einem Sohlwerk von Holz fest geschraubten festen Theil, dem Support oder Ständer *A* und *B*, welcher die Rotationsaxe *c* der Scheere enthält, und aus einem beweglichen Theil, dem Arm der Scheere *C*, und zwar heiſst der kürzere Theil des Scheerenarms der Kopf, der längere *C* der Schwanz. Am Kopf und am Support sind die stählernen oder an ihrer Schneide stark verstählten Messer *O* und *O'* angebracht, zwischen welche man die zu zerschneidenden Stäbe steckt. Manchen Scheeren ertheilt man die Bewegung durch einen Balancier, eine Zugstange, eine Kurbelstange, deren anderes Ende mit einer Kurbel oder mit einem Zahnrade verbunden ist, welches an dem einen seiner Arme einen Nagel hat. Scheeren dieser Art werden gewöhnlich zum Beschneiden des Blechs und zum Abschneiden der rauhen Enden der Stäbe, welche nicht stärker als 6 bis 7 Linien sind, angewendet. Durch die Art und Weise, wie ihnen die Bewegung mitgetheilt worden ist, sind sie immer im Gange, selbst wenn sie nicht arbeiten. Auch schneiden sie zu beiden Seiten des Drehungspunktes, also bei jedem Umgange der Kurbelwelle viermal.

Die in Fig. 92. dargestellte Scheere, welche der stärkern eine ist, dient im Allgemeinen zum Zerschneiden des Materialeisens, aus welchem die Paquete gebildet werden, so wie zum Abschneiden der rauhen Enden von den stärkern Stäben. Man kann damit 27 bis 32 Linien starkes Quadrateisen durchschneiden. Um diese Scheeren in Betrieb zu setzen, wendet man eine excentrische Scheibe an und zwar eine kreisrunde, wenn die Scheere nur

einen Schnitt bei jedem Umgange machen, und eine elliptische, *D*, Fig. 92., sobald zwei Schnitte bei jeder Umdrehung erfolgen sollen. *g* ist die Welle, an welcher die Scheibe sitzt. Man kann die Scheeren aufser Betrieb setzen, wenn man in dem Augenblicke, wo der Hebel den höchsten Standpunkt erreicht hat, einen Knecht unter denselben setzt. Um die Friction möglichst zu vermeiden, bringt man zwischen *D* und *C* eine Frictionswalze an. An der Welle *g* der excentrischen Scheibe *D* sitzt ein Zahnrad, durch welches die Scheere in Betrieb gesetzt wird. Um das zu den Paqueten kommende Eisen stets in einer bestimmten Länge abschneiden zu können, bringt man an den Support, mittels darin vorhandener Löcher, einen Aufhalter an, gegen den man die Stangen in dem Maafs, dafs man sie zerschneidet, stöfst. Diese Vorrichtung kann aber auch unabhängig von dem Support sein. Die grofsen Scheeren machen 20 bis 24 und die kleinern 30 bis 40 Schnitte in der Minute. Alle Theile der Scheeren müssen aus dem besten Material angefertigt werden, weil sie oft eine bedeutende Kraft auszuüben haben. (Sehr verschiedenartige Scheeren findet man in Karsten's Eisenhüttenk. auf den Tafeln 51 und 52. abgebildet.)

Die Walzwerke, deren man sich zum Ausrecken des Eisens zu Stäben von verschiedenen Formen und Dimensionen, oder zu Blech und grobem Draht bedient, haben sämmtlich eine ähnliche Einrichtung. Jedes Gerüst besteht aus zwei gufseisernen Ständern *DD*, Fig. 93 bis 100, die mit den Schrauben und Zapfenlagern und mit zwei oder drei über einander liegenden Walzen versehen sind. Diese letztern haben runde, flache und quadratische Kaliber, je nach der Sorte des anzufertigenden Eisens, und die zwei oder drei zusammengehörigen Walzen nennt man eine Garnitur. Das Ganze der Walzen und des Gerüstes nennt man ein Walzwerk.

Die Ständer, aus Eisen in einem Stück gegossen, sind je nach dem Durchmesser der Walzen verschieden grofs. Sie sind mittels starker Stangen mit Schrauben oder mit Spletten unter einander verbunden, wie man es Fig. 95 und 96. sieht. Sie sind sehr fest mit einem sehr starken Schwellwerk, oder mit einer grofsen gufseisernen Platte, einem sogenannten Bett, *NN* der obigen Figuren, verbunden, welche letztere ihrerseits selbst wieder an das Schwellwerk oder die Grundplatte geschraubt sind. Diese letztere Einrichtung, die aus den genannten Figuren ebenfalls ersichtlich ist, verdient den Vorzug, weil die Ständer weit mehr Stabilität haben und die Bewegung der Walzen sie nicht erschüttern kann, wie diefs der Fall ist, wenn sie unmittelbar mit dem Holze verbunden sind. Es entsteht daraus auch der Vortheil, dafs die Ständer mit Leichtigkeit einander genähert oder von einander entfernt werden können, welches unerläfslich ist, wenn die verschiedenen Garnituren nicht gleiche Länge haben. Zuweilen legt man die Walzenge-

rüste auf ein Mauerwerk von Quadersteinen, allein eine Sohle von Holzwerk ist besser, weil die Elasticität des Holzes zum Theil Brüche vermeiden läfst. Um jede Seitenbewegung zu verhindern, ist das Schwellwerk gänzlich von Mauerwerk umgeben. Jedenfalls mufs man alles Senken zu vermeiden suchen, indem man die Schwellen auf Mauerwerk legt, welches seinerseits auf einem Rost oder auf Pfählen ruht.

Die Zapfen, um welche sich die Walzen drehen, ruhen in Pfannen von Rothgufs und werden seitwärts und oben ebenfalls von Pfannen aus demselben Metall in ihrer Lage erhalten. Jeder Ständer ist mit einer eisernen Druckschraube mit flachen Gängen versehen, die in einer Mutter von Bronze, Messing, oder auch wohl von Zink läuft. Diese Schraube dient dazu, die Walzen auf einander zu erhalten, wenn ihre Stellung gehörig bestimmt ist.

Es kommen bei der Bereitung des Stabeisens gewöhnlich dreierlei verschiedene Arten von Walzwerksgerüsten in Anwendung, welche sich theils durch ihre Gröfse und Stärke, theils durch die Beschaffenheit der einzulegenden Walzen, nämlich durch die Construction der Kaliber unterscheiden, welche die Walzen nach ihrer verschiedenen Bestimmung erhalten müssen. Diese drei Arten von Walzgerüsten sind:

Luppen- oder Puddelwalzen,
Grobeisenwalzen und
Feineisenwalzen.

Aufserdem werden, zur Darstellung des ganz dünnen, flachen Stabeisens, noch:

Bandeisenwalzen

angewendet, welche indefs hier unberücksichtigt bleiben, weil die Walzen zur Darstellung des Bandeisens, eben so wie die Walzen zur Blechbereitung, keine Kaliber erhalten, sondern aus harten und glatt abgedrehten Walzen bestehen.

Bei den Luppen- und bei den Grobeisenwalzen werden bis jetzt nur Walzgerüste mit zwei Walzen angewendet, allein beide Arten von Walzwerken bestehen in der Regel aus einem zusammengehörenden Paar, indem in dem einen Gerüst die Streckarbeit, — nämlich die Umgestaltung des rohen Materialeisens zu vierkantigen Stäben, — und in dem zweiten Gerüst die Schlichtarbeit, — nämlich die Bearbeitung der Vierkantstäbe zu den Dimensionen, welche das zur weitern Verarbeitung unter den Grobeisenwalzen (bei den Luppenwalzgerüsten), oder das zum Verkauf und Verbrauch bestimmte Stabeisen (bei den Grobwalzgerüsten) erhalten soll, — vorgenommen wird.

Man hat also Luppenstreckwalzen und Luppenschlichtwalzen, so wie Grobeisenstreckwalzen und Grobeisenschlichtwalzen zu unterscheiden. Das Schlichtwalzwerk wird auch das vollendende, so wie das Streckwalzwerk das vorbereitende genannt. Unter den Schlichtwalzwerken der Grobeisenwalzgerüste erhalten die unter dem Streckwalzwerk vorbereiteten Quadratstäbe entweder ihr verlangtes Kaliber als Quadratstäbe, oder sie werden darunter zu flachen Stabeisensorten, zu Rundeisen, zu Sechseckeisen u. s. f. ausgezogen. Die Schlichtwalzwerke der Luppenwalzwerke dienen zur Bereitung des flachen Eisens, welches zerschnitten, zu Paqueten zusammengelegt und demnächst den Streckwalzen der Grobeisenwalzgerüste übergeben wird.

Zu den Feineisenwalzwerken, welche gewöhnlich aus drei über einander liegenden Walzen bestehen, wendet man in der Regel solches Materialeisen an, welches von den Streckwalzwerken der Grobeisenwalzwerke kommt, welches daher schon geringere Dimensionen erhalten hat, also mit einer geringern Kraftanwendung durch die Walze geführt werden kann. Die Feineisenwalzwerke bestehen ebenfalls wenigstens aus zwei Walzgerüsten, aus dem Feineisenstreckwerk und dem Feineisenschlichtwerk. Wendet man stärkeres Materialeisen an, so läfst man die Feineisenwalzwerksvorrichtungen auch wohl aus drei Gerüsten bestehen, von denen das erste dann gewissermafsen die Stelle des Grobeisenschlichtwalzwerks vertritt.

Gewöhnlich enthält ein Gerüst zwei Walzen, wie die Fig. 93. für die Luppen- oder Puddel- und die Fig. 95. für die Grobeisenwalzen zeigt. Fabricirt man aber feinere Eisensorten, so sind (bei den sogen. Feineisenwalzen) drei Walzen übereinander zweckmäfsiger, da man die Arbeit beschleunigen mufs, um das Eisen in einer einzigen Hitze ausziehen zu können. Eine solche, nur bei kleinen Walzen anwendbare Einrichtung ist in Fig. 100. dargestellt. — Zur Streckarbeit oder zur gröbsten Bearbeitung des Eisens wendet man oft nur ein einziges Walzengerüst an; allein zur Darstellung des Stab- und des feinern Eisens legt man, je nach der Stärke der bewegenden Kraft oder nach den Bedürfnissen der Fabrikation, oft zwei, drei und zuweilen selbst vier Gerüste in einer Reihe neben einander und verkuppelt sie. Bei den Grobeisenwalzwerken wird das der bewegenden Kraft zunächst stehende Walzwerk (Streckwalzwerk) zur Vorbereitung, und die folgenden (die Schlichtwalzwerke) werden zur Vollendung des Eisens benutzt.

Neben den Walzgerüsten befinden sich ein paar Getriebe *AA*, Fig. 95 uud 96, in besonderen Ständern mit beweglichen Sätteln *D*. Die Axen der Getriebe und der correspondirenden Walzen liegen in einer und derselben Linie und die Verbindung zwischen ihnen stellt man durch kleine Wellen *EE*,

die man Kuppelungswellen nennt, und durch Klauen oder Muffen *HH'* her. Bei den Gerüsten mit zwei Walzen theilt man die Bewegung mittels des untern Getriebes mit, bei denen mit drei Walzen ist aber gewöhnlich das mittlere mit der bewegenden Kraft in Verbindung gesetzt worden. Man wird leicht einsehen, dafs bei solchen Einrichtungen jedes Walzenpaar eines Gerüstes eine gegenseitige umgekehrte Bewegung hat. Sowohl die Walzen als auch ihre Zapfen erhitzen sich sehr stark durch die Berührung mit dem glühenden Eisen und durch die Reibung, und es ist daher nothwendig, sie durch Besprengen mit Wasser abzukühlen. Zu dem Ende legt man auf die Ständer eine Rinne, in welcher man einen Strahl frischen Wassers erhält, und von dieser Rinne führen kleine Röhren fortwährend etwas Wasser auf die Zapfen. Zwischen den Ständern sind in der Rinne zuweilen kleine Löcher enthalten, mittels deren Wasser auf die Walzen gelangt. Durch dieses Besprengen bleiben die Walzen härter und glatter, und zerbrechen nicht so leicht; auch wird das Eisen dadurch von dem Oxyd (Hammerschlag) befreiet, das sich durch die Berührung mit der Luft darauf gebildet hat.

Es ist unerläfslich, dafs alle Theile eines Walzwerks aus sehr gutem Gufseisen dargestellt werden, und besonders mufs das zu den Walzen angewendete sehr fest sein, damit wenig Brüche vorfallen. Auch mufs das Walzeneisen ein möglichst feines Korn haben, damit die Oberfläche der Walzen die Politur besser bewahrt, und damit man die arbeitenden Oberflächen nicht so oft zu erneuern braucht. Am besten erreicht man diefs durch Giefsen des Walzenkörpers in Schalen, wodurch man sogenannte Hartwalzen, wovon wir im vorigen Abschnitte redeten, erhält. Blech- und Bandeisenwalzen besonders werden auf diese Weise dargestellt, weniger die Kaliberwalzen.

Einrichtung der Walzwerke. Die Kaliber des Flacheisens greifen gegenseitig in einander ein, wie man auf der Fig. 95. bei *GG* sehen kann; die der Walzen für das runde und quadratische Eisen sind jede zur Hälfte in den beiden an einander liegenden Walzen eingedreht, wie man in *FF* sieht. Die Kaliber der Erstern passen nothwendig zusammen, allein diefs hört bei den zweiten auf, wenn die eine von den Walzen eine Seitenbewegung macht. Um eine solche Verschiebung zu vermeiden, läfst man die Pfannen gegen die Absätze der Walzen stofsen und keilt man die Zapfenlager fest, oder auch man bringt in den Ständern Druckschrauben an, um die Zapfenlager in der beliebigen Lage zu erhalten. Eine solche Einrichtung ist besonders bei den Gerüsten mit drei Walzen, deren Ajüstirung weit schwieriger ist, erforderlich; allein da die Schrauben, aller Vorsicht unerachtet, in Unordnung kommen können, so erreichen sie den Zweck nicht vollkommen.

Um ein genaues Zusammentreffen der Kaliber für das runde und quadratische Eisen zu erreichen, läfst man in mehreren Hütten die Enden der Walzen so in einander greifen, wie es bei den sogenannten Kaliberwalzen für das Flacheisen der Fall ist, und eine solche Einrichtung ist die einfachste und beste, um den obigen Zweck zu erreichen.

Die Enden der Walzen, so wie die der Verlängerungen, müssen einen Spielraum von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien in den Muffen haben, damit, wenn die Walzen sich wirklich verschieben, nicht sogleich ein Bruch erfolgt; und damit der Bruch, wenn er vorfällt, so wenig als möglich die Walzen, als die theureren Stücke, treffe, wird die Stärke der Muffen so eingerichtet, dafs sie eher als jeder andere Maschinentheil brechen.

Damit die Walzarbeiter die Stäbe in die Kaliber bringen können, ist auf der Seite des Eingangs in die letztern eine Platte angebracht, welche man die Einlafsplatte oder Vorlage nennt. Sie besteht aus Gufseisen oder aus starkem Blech, je nach der Länge der Walzen und dem Gewichte der zu bearbeitenden Stäbe. An der Ausgangsseite der Kaliber bringt man eine andere Platte, die Abstreifplatte genannt, an. Sie hat den Zweck, das Eisen aufzunehmen und zu verhindern, dafs es sich um die untere Walze wickelt, welches besonders bei dünnem Flacheisen der Fall ist. Zu dem Ende ist sie mit Ausschnitten versehen, welche dieselbe Gestalt wie die Kaliber haben und bis dicht an deren Oberfläche herantreten. Bei den Flacheisenwalzen wendet man statt der Abstreifplatte sogenannte Abstreifmeifsel an, die in die Einschnitte eintreten und welche weit bequemer als die Platten sind. Bei den aus drei Walzen bestehenden Walzwerken werden auch an der mittleren Walze Abstreifmeifsel angebracht; und obgleich diefs nicht allgemein gebräuchlich ist, so ist es doch eine, aller Geschicklichkeit der Arbeiter unerachtet, sehr zweckmäfsige Einrichtung zur Verhinderung des Aufwickelns von dem Eisen und zur Vermeidung des Bruchs der Walzen.

Bei der Walzmanipulation mit zwei Walzen nimmt der zweite Walzer den von dem ersten durchgesteckten Stab ab, reicht ihn über die obere Walze dem erstern zurück, der ihn dann in den zweiten Einschnitt steckt. Bei drei Walzen, Fig. 100, läfst der zweite Walzer, nachdem er den durch die untere und mittlere Walze durchgesteckten Stab hingenommen hat, ihn durch die mittlere und obere zurückgehen, worauf er von dem ersten ergriffen wird, der ihn durch ein anderes Kaliber zwischen der untern und mittlern Walze gehen läfst. Das Ende des aus den Walzen hervortretenden Stabes mufs daher zu der nöthigen Höhe emporgehoben werden, welches mittels eines Hebels mit einem Haken durch einen Knaben geschieht. Der auf der Seite des zweiten Walzers befindliche Hebel ist an einer Kette aufgehängt, die über eine Rolle geht, welche um eine eiserne Stange läuft,

die längs den Walzen am Gebälk der Hütte angebracht worden ist, so dafs sich die Rolle verschieben läfst, je nachdem der Stab durch die verschiedenen Kaliber gesteckt wird.

Die Dimensionen und Geschwindigkeiten der Walzen sind nach den zu fabricirenden Eisensorten verschieden: die erstern sind bei feinern Sorten geringer und die letztern beträchtlicher als bei gröbern. Man bringt auch die Geschwindigkeit mit dem Zustande des Eisens in ein gehöriges Verhältnifs. So mufs bei den Luppenwalzen das Zusammendrücken etwas langsam erfolgen, damit die Schlacken aus dem Eisen besser entfernt, und die Theilchen desselben einander genähert und zusammengeschweifst werden. Eine zu bedeutende Geschwindigkeit würde nicht allein ein weniger gereinigtes Fisen geben, sondern es würden auch die noch wenig Zusammenhang zeigenden Stäbe zerrissen werden. Bei den eigentlichen Stabeisenwalzen aber hat, da das Eisen schon gereinigt und seine Cohäsion bedeutender ist, eine gröfsere Geschwindigkeit nichts Nachtheiliges und ist selbst nothwendig, da das Eisen weit rascher erkaltet.

Die Luppenwalzen sind in dem Körper bis 5 Fufs lang und haben einen Durchmesser von 18 bis 19 Zoll. Wenn sie unmittelbar zum Zusammendrücken der aus dem Puddelofen kommenden Ball's angewendet werden, ohne dafs dieselben vorher unter dem Hammer gezängt worden sind, so machen sie 16 bis 18 Umgänge in einer Minute; dienen sie dagegen nur zum Auswalzen der schon unter dem Hammer zusammengedrückten Ball's zu Rohschienen, so laufen sie bis 22 oder 24 Mal um. Das Gewicht von einem Paar solcher Walzen beträgt ungefähr 80 — 90 Centner.

Die Streckwalzen bei den Grobeisenwalzwerken sind $4\frac{1}{2}$ bis 5 Fufs lang und 13 bis 15 Zoll stark. Sie machen 70 bis 80 Umgänge in der Minute und das Paar wiegt fast 38 Centner. Die Schlichtwalzen der Stabeisenwalzwerke sind $3\frac{1}{2}$ bis $3\frac{3}{4}$ Fufs lang, 13 bis 15 Zoll stark, haben dieselbe Geschwindigkeit wie die Vorwalzen, und das Paar wiegt 28 bis 30 Centner.

Die Feineisenwalzen sind 2 bis $2\frac{1}{4}$ Fufs lang, ihr Durchmesser wechselt von $7\frac{1}{2}$ bis 9 Zoll, und eine Garnitur von drei Walzen wiegt ungefähr 12 Centner. Ihre Geschwindigkeit ist sehr verschieden; die geringste beträgt 108 bis 110 Umgänge in der Minute, die gewöhnlichste 120 bis 150 und die gröfste 200 Umgänge. Geschwindigkeiten von 150 bis 200 Umgängen veranlassen schon häufig Unfälle, und es ist daher zweckmäfsiger, in den Grenzen von 120 bis 130 Umgängen in der Minute zu bleiben.

Die Puddel- und die Streckwalzen dürfen keine geringeren Durchmesser als die angegebenen haben; sind sie geringer, so würde das Eisen mehr ausgereckt als zusammengedrückt werden; die Oberfläche würde nach dem

Passiren der Streckwalzen schuppig und zerrissen erscheinen, und diese Fehler würden sich auf die vollendeten Stäbe übertragen.

Die Durchmesser der Walzen für quadratisches und rundes Eisen sind für die obere und untere gewöhnlich nicht gleich; man vergröſsert den Durchmesser der obern ein wenig (etwa um 6 Linien), damit sie wegen der gröſsern Entwickelung ihrer arbeitenden Oberfläche den obern Theil des Stabes noch ausdehnt, und denselben nöthigt, gegen die Abstreifmeiſsel zu schlagen. Dadurch vermeidet man das Aufwickeln des Eisens auf die obere Walze, welches eine der gröſsten Unannehmlichkeiten beim Walzen ist. Bei drei Walzen, bei denen man obere und untere Abstreifmeiſsel anwendet, muſs die oberste Walze den gröſsten, die untere den kleinsten, die mittlere einen zwischen beiden stehenden Durchmesser haben. Ersterer giebt man gewöhnlich 8 Zoll, der mittlern $7\frac{3}{4}$ Zoll und der untern $7\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Durch diese Einrichtung werden die Stäbe stets gegen die Abstreifmeiſsel getrieben. Wendet man letztere nur beim untern Walzenpaare an, wie es am häufigsten der Fall ist, so legt man die stärkste Walze in die Mitte; die beiden andern können gleich sein und einen um 3 Linien geringern Durchmesser haben. In diesem Fall kann sich das Eisen um die obere Walze wickeln, und der Walzer muſs groſse Aufmerksamkeit darauf verwenden, um den Stab bei seinem Austritt aus den Kalibern zu fassen.

Die Flacheisen-Walzwerke bestehen aus hervorstehenden Kaliberringen oder Patrizen und aus den correspondirenden Kalibervertiefungen oder Matrizen, und jene greifen in diese. Die Zusammendrückung des Eisens erfolgt zwischen den Ringen der obern oder Patrizenwalze und den Vertiefungen der Matrizen der untern Walze. Letztere hat gewöhnlich einen um 18 bis 22 Linien gröſsern äuſsern Durchmesser als erstere, damit sie in jene hinhineinpaſst. Es ist gewöhnlich, die Matrize so tief, als die ganze Stärke der zu walzenden Stäbe beträgt, zu machen, und dann noch den Betrag des Eingreifens der Patrize zuzugeben.

Bei den Walzwerken für feine Stabeisensorten mit drei Walzen liegt die Matrizenwalze in der Mitte und die Durchmesser der arbeitenden Oberflächen werden ebenfalls so bestimmt, um das Aufwickeln des Eisens zu vermeiden. An sehr vielen Orten macht man aber die Durchmesser der beiden oder der drei Walzen gleich.

Einrichtung und Entwurf oder Verzeichnung der Kaliber. Die Dimensionen der Walzen mögen sein, welche sie wollen, so müssen die tiefsten Kaliber den Zapfen am nächsten sein, indem der Widerstand des Metalles bei gleichem Durchmesser an diesen Punkten bedeutender ist, als nach der Mitte der Walzen zu. Dasselbe ist bei den breiten Kalibern für dünnes Eisen der Fall, welches, da es kälter ist, einen weit stärkern Druck

erfordert. Bei rundem und quadratischem Eisen nehmen die Kaliber nach allen Richtungen hin an Gröfse ab. Bei Flacheisen verändert man die Tiefe der Kaliber, indem man denselben für einen und denselben Stab eine constante Breite giebt, oder indem man diese Breite von dem ersten bis zum letzten Kaliber etwas vermehrt. Im erstern Falle macht man die Kaliber der Matrizenwalze oben etwas weiter als unten, damit das Eisen leichter herausgeht; im zweiten ist die Verjüngung nicht nothwendig. Das Abnahmegesetz der Cannelüren für rundes und quadratisches Eisen hängt gewissermafsen nur von den Dimensionen des Eisens ab. Die Abnahme der Seiten oder der Durchmesser würde gewöhnlich von 2 zu 2 Linien vorrücken, von 30 Linien als dem Maximum, bis zu 24, als dem Minimum. Unter diesen Dimensionen beträgt der Unterschied der verschiedenen Kaliber nur 1 Linie, damit man alle nöthigen Stäbe erhält. Bei gröbern und bei feinern Eisensorten verändert man übrigens die Abnahme nach den fertigen Fabrikaten; in keinem Fall darf aber die Abnahme des Durchschnitts der Kaliber das Verhältnifs von 15 zu 11, oder die Abnahme der Seiten und Durchmesser das von 12 zu 10 übersteigen. Rundes und quadratisches Eisen von 9 Linien und darunter bis 4 Linien, wird unter den kleinern Walzen angefertigt, und bei diesem beträgt die Abnahme der Kaliber nur eine halbe Linie. Für Sorten unter 4 Linien bedient man sich noch der kleinern, wie z. B. bei den Drahtwalzwerken, von denen wir weiter unten reden werden.

Man entwirft die quadratischen und runden Kaliber so, dafs ein jedes von ihnen genau die Hälfte eines Quadrats oder eines Kreises darstellt; in der Ausführung aber stumpft man die Kanten etwas ab, um die Diagonalen und die horizontalen Durchmesser zu verlängern. Der Zweck dieser Erweiterung ist der, es zu hindern, dafs die Stäbe, wenn sie von einem Kaliber zu einem andern übergehen, zwischen den Walzen nicht eingezwängt werden, wodurch Nähte entstehen, die das Eisen fehlerhaft machen würden, unerachtet man die Vorsicht anwendet, die Stäbe bei jedem solchen Uebergange von einem Kaliber zum andern eine Viertelumdrehung um sich selbst machen zu lassen. Die Erweiterung für jedes Kaliber ist fast gleich der Differenz zwischen ihrer und der Höhe des vorhergehenden Kalibers. Zwischen je zwei Kalibern bleibt ein Raum von 4 bis 6 Linien, die Erweiterung nicht mit inbegriffen.

Für Flacheisen ist das Verhältnifs der auf einander folgenden Abnahmen der Durchschnitte noch das von 15 zu 11, und zuweilen, wenn die bewegenden Maschinen nur die gerade nothwendige Kraft haben, oder wenn die Festigkeit des Eisens gering ist, nimmt man das Verhältnifs von 5 zu 4. Da die Breite der Kaliber constant oder wenig veränderlich ist, so bezieht sich dieses Verhältnifs auf die successive Dicke der Stäbe, und es wird

eben so genau befolgt, als es die Dimensionen des zu fabricirenden Eisens erfordern, um die möglichst geringe Anzahl von Kalibern zu bedürfen. Man beschleunigt auf diese Weise die Fabrikation, welches um so nöthiger ist, als sich das flache Eisen schneller abkühlt und man alsdann an dem sehr theuren Material der Walzen erspart, weil auf diese Weise mit einer jeden eine gröſsere Anzahl von verschiedenen Sorten dargestellt werden kann.

Wenn man die Breite der Kaliber verändert, so beträgt die successive Zunahme höchstens $\frac{9}{100}$ von der Stärke, welche das Eisen hatte, ehe es in dieses Kaliber gelangte. In dieser Grenze bleiben die Kanten der Stäbe ohne Risse und der Seitendruck in den Kalibern ist hinreichend, um die Seiten oder Kanten abzugleichen.

Haben die Kaliber eine constante Breite, so wird das Flacheisen aus quadratischem Material-(Kolben-) Eisen ausgewalzt, welches so stark ist, wie die Breite des zu fabricirenden Eisens.

Nehmen aber die Kaliber nach und nach zu, so hat das Kolbeneisen, dessen man sich bedient, geringere Dimensionen, der Druck oder die Zerquetschung geht etwas rascher und man kann fast immer ein Kaliber ersparen.

Um die verlangte Stärke der Stäbe zu erhalten, sind vier oder fünf Operationen und folglich auch vier oder fünf Kaliber erforderlich. Will man mit vier Kalibern arbeiten, so kann man zu den auf einander folgenden Stärken der Stäbe die Zahlen 16, 11, 8 und 6, und bei fünf Kalibern die Zahlen $17\frac{1}{2}$, 13, 10, $7\frac{1}{2}$ und 6 nehmen. Wenn man bei dem vorhergehenden Beispiel $\frac{3}{4}$ als Abnahmeverhältniſs nimmt, so findet man, daſs man sechs Kaliber anwenden müsse. Im Fall, daſs die Kaliber nach beiden Richtungen hin abnehmen, muſs man zu gleicher Zeit die Stärke des Quadrateisens und die Anzahl der anzuwendenden Kaliber bestimmen. Man kann dieſs auf eine sehr genaue Weise erreichen; allein auſser daſs eine mathematische Bestimmung nutzlos ist, ist auch die Berechnung zu verwickelt und zu schwierig, um angewendet werden zu können. In der Praxis nimmt man die Seite des Quadrateisens um $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{10}$ kleiner als die Breite des Eisens, welches man darstellen will, und bestimmt die Anzahl der Kaliber nie vorher. Darauf vertheilt man die Verschiedenheit der Breiten durch eine abnehmende Progression zwischen alle Kaliber. Um daher Flacheisen von 24 Linien Breite und 6 Linien Stärke zu walzen, muſs man 21 Linien starkes Kolbeneisen nehmen, und vier Kaliber haben, deren auf einander folgende Breiten $22\frac{1}{2}$, $23\frac{1}{4}$, $23\frac{3}{4}$ und 24 Linien betragen. Die Erfahrung ist in gewisser Hinsicht die einzige Führerin bei diesen Operationen. Wenn man hartes oder stahlartiges Eisen zu walzen hat, so muſs die Abnahme der Durchschnitte der Kaliber dem Verhältniſs 5 zu 4 folgen und beim Walzen von Stahl muſs man sich nicht von dem Verhältniſs 9 zu 7 entfernen.

Wenn man bei der Fabrikation von breitem und dünnem Eisen quadratisches Materialeisen nähme, so müfste man eine grofse Menge von Kalibern haben, und es würde unmöglich sein, die Stäbe bei einer Hitze fertig auszuwalzen. In diesem Falle wendet man Flacheisen von passender Breite und von einer Dicke, die das fertig gewalzte 3 bis 4 Mal übersteigt, als Materialeisen an. Man kann mit derselben Garnitur Walzen Stäbe von verschiedener Stärke erhalten, zu welchem Ende es hinreichend ist, ihre Entfernung von einander zu verändern.

Wenn man mit einer Garnitur Walzen Eisen von verschiedener Breite, aber von gleicher Stärke fabriciren mufs, so kann man das Vollendungskaliber für jede Maafse weglassen und ersetzt alle diese Kaliber durch einen cylindrischen oder glatten Theil, oder durch ein eigenes kleines Walzwerk mit Glattwalzen, ein sogenanntes Polirwalzwerk, wie in Fig. 100., *k*. Die Kaliber bestimmen alsdann die Breite des Eisens und die Polirwalzen bringen die verlangte Stärke hervor. Jedoch wendet man die Einrichtung nur bei Eisen von weniger als drei Linien Stärke an, und die Zusammendrückung, welche sie von den Polirwalzen erhalten, beträgt nicht mehr als eine Linie.

Damit die Kanten der Stäbe sich bei dem Durchgange durch die ersten Einschnitte weniger verziehen, giebt man diesen unten keine scharfe Kanten, sondern stumpft sie etwas ab, wie bei *a*, Fig. 95.

Zwischen der Breite der, zwischen den Kalibern stehen bleibenden Patrizen und den Kalibern selbst findet kein bestimmtes Verhältnifs statt. Bald haben jene dieselbe Breite, wie diese, bald nur ungefähr zwei Drittel davon. Es hängt diefs hauptsächlich von der Länge des Walzenkörpers ab, auch macht man die Scheiben um so breiter, je tiefer die benachbarteu Kaliber sind. Die Kaliber der Streckwalzen sowohl bei Grobeisenwalzwerken, als auch für die der feinern Eisensorten, theilt man hin und wieder durch elliptische Kaliber, welche die Arbeiter f l a c h e nennen, in getrennte Reihen. — Diese haben den Zweck, nicht allein einen leichter zu fassenden Unterschied zwischen den verschiedenen Maafsen festzustellen, sondern auch um das Eisen für die Flacheisenkaliber vorzubereiten. Man macht auf diese Weise die Stäbe breit und plattet sie ab, ohne die Kanten zu verzerren, und man vermindert dadurch die Anzahl der Kaliber, die sonst zum Auswalzen des Eisens erforderlich sein würden. Oft bringt man, zu gleichem Zweck, die flachen Kaliber auf die Walzen für Quadrateisen an.

Das Entwerfen oder Verzeichnen der Luppenwalzen geschieht gewöhnlich immer so, als wenn gar kein Zängen unter dem Hammer vorherginge, weil ein Bruch bei dem letztern wirklich zu einem solchen Verfahren nöthigen kann. Diese Walzen dienen zum Ausrecken, entweder der aus dem Puddelofen kommenden Luppen oder Ball's, oder der von den Hämmern

kommenden Kolben, entweder zu fast quadratischen Stäben, wenn das Eisen nur gewärmt zu werden braucht, um unter den Grobeisenwalzwerken weiter verarbeitet zu werden, oder zu starken Flachstäben, wenn das Eisen zerschnitten zu Paqueten zusammengelegt, zusammengeschweifst und dann erst weiter ausgewalzt werden mufs.

Da die Ball's 8 bis $8\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haben, so hat das erste Kaliber, Fig. 93., $9\frac{1}{4}$ bis $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite, damit der Ball auf den Seiten nicht zusammengekniffen werde, und die gröfste Höhe des Durchschnitts, welcher durch die Vereinigung der beiden Walzen gebildet wird, beträgt $6\frac{1}{2}$ Zoll. Die Oberfläche dieses Kalibers ist rauh, damit sie die Ball's besser ergreifen kann, oder wenn sie abgedreht ist, so macht man hin und wieder Einschnitte, welche denselben Zweck erfüllen. Das Kaliber wird durch zwei gleiche Kreisbögen gebildet. Um endlich die Theile der Luppe gehörig zu vereinigen, ohne sie zu stark zusammenzudrücken, wodurch sie zuweilen zerbricht, ist das zweite Kaliber $7\frac{1}{4}$ bis $7\frac{1}{2}$ Zoll breit und ihre senkrechte Diagonale ist fast gleich der eines Quadrats von 4 Zoll Seite. Die folgenden Kaliber richten sich nach den Dimensionen des zu fabricirenden Eisens und gewöhnlich so, dafs das im Groben ausgewalzte Eisen oder die sogen. Rohstäbe fast eine quadratische Form hat, deren Seiten nach und nach 42, 36, 31, 27, 23 bis 24, 20 und 18 Linien betragen. Die Tiefen der Kaliber sind dann auf jeder Walze gleich den halben Diagonalen dieser Quadrate, oder etwas geringer, damit die etwas stumpfen Kanten der Stäbe weniger verzogen werden können. Die horizontale Diagonale eines jeden Kalibers mufs etwas gröfser sein, als die senkrechte des vorhergehenden Kalibers, damit der Stab, den man bei jedem Durchgange eine Viertel-Umdrehung machen läfst, auf den Seiten nicht zusammengekniffen werden kann, und damit keine Bärte entstehen, die, da sie schneller kalt werden, sich darauf, ohne anzuschweifsen, umbiegen. So beträgt die horizontale Diagonale des zweiten Kalibers 9 Linien mehr als die senkrechte Höhe des ersten, die Breite des dritten 6 Linien mehr als die senkrechte Diagonale des zweiten. Für das vierte und für die folgenden Kaliber verzeichnet man die Breite eines jeden derselben gleich der Höhe der vorhergehenden, und nachdem die Kaliber eingeschnitten worden sind, verlängert man die horizontalen Diagonalen um 1 bis 3 Linien, indem man die Kanten um so mehr abstumpft, je gröfser die Kaliber sind. Um Stäbe mit stumpfen Winkeln oder Kanten zu erhalten, giebt man den Kalibern die Form eines doppelten Spitzbogens. Das Materialeisen für die weiteren Walzoperationen wird selten in Quadrat-, sondern gewöhnlich in Flachstäben von verschiedener Breite und Stärke, sogen. Rohschienen angewendet, aus denen man die Paquete für die weitere Fabrikation bildet. Die Kaliber zum Auswalzen dieses Material-

eisens folgen auf die bogenförmigen Kaliber der Präparirwalzen, wie Fig. 93. und 94. zeigt. Sie werden auf dieselbe Weise wie die Grobeisenwalzen verzeichnet und angefertigt. — Das geringste Verhältnifs der Abnahme der Kaliber ist das von 15 zu 11, und oft wendet man das von 8 zu 5 an, um die Anzahl der Kaliber zu vermindern, indem das Eisen, welches wieder ausgeschweifst wird, nicht frei von Rissen auf der Oberfläche und an den Kanten zu sein braucht.

Am gewöhnlichsten hat man (Fig. 93) nur ein Paar Luppenwalzen, welches theils bogenförmige, theils flache Kaliber hat; besser würde es aber sein, wenn man zwei Gerüste hätte, von denen eins nur bogenförmige und das andere nur flache Kaliber enthielte. Die Walzen könnten alsdann minder lang sein, könnten einen etwas geringern Durchmesser haben und würden dem Zerbrechen weniger unterworfen sein. Wenn man die Luppen unter dem Hammer zängt, so bringt man die, ungefähr 4 Zoll im Quadrat starken, gezängten Stücken sogleich in das vierte Kaliber der Luppenwalzen. Häufig bemerkt man bei diesen dieselbe Ungleichheit des Durchmessers wie bei den Grobeisenwalzen, jedoch ist diese Ungleichheit hier, wegen der starken Dimensionen des Eisens, nicht wesentlich.

Auf die Luppenwalzen müssen die Streckwalzen FF', Fig. 95., des Grobeisenwalzwerks folgen. Nimmt man an, dafs jene Rohschienen zu Paqueten von 42, 36 etc. Linien Breite geben, so müssen die Reihen der Kaliber von den Streckwalzen so eingerichtet sein, dafs sie Paquete von solchen Dimensionen aufzunehmen vermögen. Die ersten Kaliber müssen, um Risse zu vermeiden, welche ein fehlerhaftes Eisen geben würden, dasselbe nicht zu sehr zusammendrücken. Aus demselben Grunde müssen die Kaliber in einem nicht zu starken Verhältnifs abnehmen, da man Stäbe nur einmal durch jedes Kaliber gehen läfst, mit Ausnahme von dem, wo man anhält, ehe man zu den Schlichtwalzen übergeht.

Alle Kaliber sind bogenförmig, und ihr Abnahmeverhältnifs darf das von 15 zu 11 nicht übersteigen. Bei den grofsen Kalibern ist die horizontale Diagonale gleich der senkrechten Diagonale des vorhergehenden Kalibers, und aufserdem stumpft man noch die Kanten um 1 oder $1\frac{1}{2}$ Linien ab. In den kleinen Kalibern dehnt sich das schon kältere Eisen weniger nach den Seiten hin aus, und es ist hinreichend, dafs die horizontale Diagonale, nach der Abrundung der Kanten, gleich der senkrechten Diagonale des vorhergehenden Kalibers sei.

Ueber die in den Fig. 93 bis 100. dargestellten, zur Fabrikation des Stabeisens dienenden Walzwerke bemerken wir noch Folgendes.

Fig. 93. ist eine Seitenansicht und Fig. 94. ein Grundrifs von einem Luppenwalzwerk; E Welle, welche das Walzwerk mit der Bewegungsmaschi-

nerie verbindet; *AA'* Getriebe, mittels deren diese Bewegung durch die Kuppelungswelle *F* und den Muff *G*, der untersten Walze *B* mitgetheilt wird. Der Muff dient zum Aus- und Einrücken, um die Walzen dieses Gerüstes aus und in Betrieb setzen zu können. Die Getriebe *C, C'* dienen dazu, um die Bewegung der untern Walze auch der obern mitzutheilen. *DD'* Ständer, deren Einrichtung aus den Fig. 95. etc. deutlich werden wird. *N* die mittels Haken und Schrauben mit dem Sohlwerk des Walzwerks verbundenen, verrückbaren Platten oder Betten, die mit den Ständern in einem Stück gegossen worden sind.

Fig. 95. ist eine Seitenansicht eines, in einer Linie liegenden und durch eine Maschinerie bewegten, aus den Streck- und aus den Schlichtwalzen bestehenden Grobeisenwalzwerks und Schneidewerks; Fig. 96. ist ein Grundrifs dieser Maschine; Fig. 97. eine Ansicht von vorn des Ständers *D* oder *H*, Fig. 95.; Fig. 98. ist eine gleiche Ansicht von einem Ständer *J*; Fig. 99. eine gleiche Ansicht von dem Pilarengerüst *Q* des Schneidewerks (auf welches wir weiter unten zurückkommen), und Fig. 100. ist die Seitenansicht von einem Feineisenwalzwerk mit drei Walzen. *C* ist die Welle, welche das Walz- und Schneidewerk mit der Bewegungsmaschinerie verbindet; *B* Klaue, mittels welcher die Verbindungswelle *E* ein- und ausgerückt werden kann; *AA'* Getriebe, welche die untern Walzen mit den obern verbinden; *D* Ständer mit einem Sattel *d*, Fig. 97., in welchem die Zapfenlager für die Wellen *EE'* liegen; *FF'* Streckwalzen zum Zusammendrücken der ausgeschweifsten Paquete, welche zuerst durch das Kaliber *a* geführt werden, und zum Auswalzen von Quadrateisen. *G, G'* Schlichtwalzwerk zur Fabrikation von stärkern und breitern Flacheisensorten; *H, H* Muffen zur Verbindung der Kuppelungswellen *EE'* mit den Walzwerken *F* und *G* und mit dem Schneidewerke *O*. *I, I* Ständer der beiden Walzwerke *F* und *G*; ihre Einrichtung wird aus Fig. 98. deutlich. Sie sind mit den Platten *N* aus einem Stück gegossen; durch diese gehen Schraubenbolzen mit Haken, welche letztern um die vorspringenden Kanten der gufseisernen, mit dem hölzernen Sohlwerk verschraubten, Sohlplatten *P* greifen und auf den Bettplatten *N* durch Schraubenmuttern fest angezogen sind. Man sieht aus der Fig. 98. leicht, wie diese Verbindung eingerichtet, und wie es möglich ist, die Ständer leicht zu verrücken. In die, in der Breite verstärkten, obern Querbalken des Ständers *I* ist eine messingene, bronzene oder zinkene Mutter eingelassen und durch Schraubenbolzen befestigt, durch welche die Schraube *R* (Fig. 98.) geht. Mittels derselben und der Stangen *SS* ist das Zapfenlager *T* der oberen Walze höher oder niedriger zu stellen und die beiden Walzen können daher einander mehr genähert, oder mehr von einander entfernt werden, je nachdem man die Schraube *R* nach der einen oder der andern Richtung dreht. Es ist diefs

besonders bei dem Schlichtwalzwerk *G* erforderlich, um schwächeres oder stärkeres Flacheisen zu fabriciren. — *H* (Fig. 97.) Ständer für die Wellen *M M'*, Verbindungswellen; *N* Bettplatten der Ständer; *O* Schneidewerk, von welchem weiter unten näher geredet werden wird; *P* Sohlplatten; *Q* Pilaren des Schneidewerkgerüstes; *R*, *S*, *T* Hängezeug für die oberen Walzen *F* und *G*. — Fig. 100. Feineisenwalzwerk zur Anfertigung von feinern Eisensorten, mit 3 Walzen. *C* Verbindung mit der Bewegungsmaschinerie; *A*, *B* und *C'* drei Getriebe, welche die drei über einander liegenden Walzen mit einander in Bewegung setzen; *E* Kuppelungswellen; *H* Muffen; *I* Ständer, welche mit den hölzernen Schwellen unverrückbar verschraubt sind; *F* Walzen für Rundeisen; *G* Walzen für feinere Flacheisensorten; *K* Schlicht- oder Polirwalzen für dieselben. Die Kaliber der Walzen für die feinern Quadrateisensorten haben dieselbe Einrichtung, wie die der Walzen *F*, Fig. 95.

Die Schweifsöfen werden dazu angewendet, die von den Luppenwalzen kommenden Rohschienen, welche mit der Scheere zerschnitten und zu Paqueten zusammengelegt worden sind, zusammenzuschweifsen, damit sie zu gröbern Stabeisensorten ausgewalzt werden können, so wie auch, um das Materialeisen zu den feinern, ebenfalls auszuwalzenden Eisensorten, schweifswarm zu machen. Die mit diesen Oefen zu erfüllenden Bedingungen sind daher die, auf dem ganzen Heerde eine möglichst gleichförmige Schweifshitze hervorzubringen, ohne eine zu starke Oxydation zu veranlassen. Eine gleichförmige und gute Benutzung der Wärme erlangt man durch ähnliche Einrichtung, wie die bei den Puddelöfen angeführten sind, und man vermeidet die Oxydation zum Theil, indem man den Rost mit einer weit gröfsern Brennmaterialmenge beschüttet. Es entsteht alsdann eine, weniger des Kohlenstoffs beraubte Flamme, weil die Luft weniger frei durch den Rost strömen kann. Diese Flamme kann nicht nur oxydirend sein, sondern mufs selbst desoxydirend werden, wenn sie sehr kohlenstoffhaltig ist. In vielen Hütten sind die Schweifsöfen von den Puddelöfen gar nicht, oder nur wenig verschieden; allein die Erfahrung hat gezeigt, dafs, um eine gleichmäfsige Erhitzung des Eisens zu erlangen, es zweckmäfsiger sei, lange, als in der Breite sehr verschiedene Heerde anzuwenden. Die Fig. 101. und 102. zeigen einen von solcher Einrichtung, der in jeder Hinsicht sehr vortheilhafte Resultate gegeben hat.

Die gröfsten Roste der Schweifsöfen sind $3\frac{1}{3}$ Fufs lang und $2\frac{1}{2}$ Fufs breit. Gewöhnlicher betragen diese Dimensionen resp. 2 Fufs 10 Zoll bis 3 Fufs und 2 Fufs 3 Zoll bis 2 Fufs 5 Zoll. Das Verhältnifs zwischen der Oberfläche des Rostes und der des Heerdes ist 10 zu 25, oder höchstens 10 zu 30, und im Allgemeinen etwas gröfser für die Schweifs- als für die Puddelöfen, weil jeder Punkt der Heerdsohle zur Schweifshitze gelangen mufs. Die Höhe der Feuerbrücke über dem Heerde ist bei den Schweifsöfen um

18 bis 22 Linien geringer, als bei den Puddelöfen, damit die Flamme durch die auf dem Heerde befindlichen Paquete streichen kann. Das Gewölbe ist über der Brücke etwas höher und nach dem Fuchs zu etwas niedriger, um die Hitze gleichförmiger zu machen. Die Heerdsohle der Schweifsöfen besteht gewöhnlich aus feuerfesten Ziegelsteinen, die flach auf ein Gewölbe, oder auf eine gufseiserne Platte gelegt worden sind. In einigen Hütten wendet man noch gufseiserne, mit einer Sandschicht bedeckte Heerdsohlen an; allein dadurch wird die Unterhaltung eines Ofens weit schwieriger und kostbarer, und die erstere Einrichtung ist daher vorzuziehen. Am Fuchs haben die Schweifsöfen keine Brücke, damit die Schlacken frei ablaufen können, und man begünstigt dieses Ablaufen selbst, indem man der Sohle eine geringe Neigung gegen den Fuchs zu giebt.

Man bedient sich zur Feuerung der Schweifsöfen gewöhnlich der Steinkohlen, aber man wendet auch lufttrocknes und gedörrtes Holz, gedörrten Torf und endlich auch Hohofengase auf die weiter oben bei den Puddelöfen näher angegebene Weise an. Bei Holz und Torf mufs die Construction der Oefen auf folgende Weise verändert sein:

1. Der Rost mufs ungefähr eine um die Hälfte gröfsere Oberfläche haben, während die Gröfse des Heerdes dieselbe bleibt, und seine Tiefe unter der Heerdsohle mufs bis auf 19 bis 21 Zoll gebracht werden.

2. Das Gewölbe mufs sehr niedrig sein und seine gröfste Erhebung über der Heerdsohle darf 13¼ bis 15 Zoll nicht übersteigen.

3. Die Höhe der Fuchsöffnung mufs 6 bis 6½ Zoll betragen, während die Breite dieselbe bleibt.

4. Die Höhe der Feuerbrücke über der Heerdsohle mufs höchstens 4 bis 4¾ Zoll betragen.

Da die Versuche nirgends lange genug angestellt worden sind, um die den Oefen zu ertheilenden Dimensionen bestimmen zu können, so darf man das Obige nur als Annäherungen betrachten.

Wir beschreiben nun noch den in Fig. 101. und 102. abgebildeten, zur Steinkohlenfeuerung eingerichteten Schweifsofen. Fig. 101. ist der senkrechte Durchschnitt und Fig 102. der Grundrifs desselben. *a* ist der Heerd, *b* das Schlackenloch, *c* Ankerplatten zum Zusammenhalten des Mauerwerks von dem Ofen; andere sind gänzlich mit gufseisernen, zusammengeschraubten Platten umgeben. *d* das Schürloch, *e* Roststäbe, *f* Rostbalken, *g* Aschenfall, *h* Einsetzthüre, welche mittels eines Hebels aufgezogen werden kann; *i* Esse, welche im Innern aus feuerfesten, äufserlich aus gewöhnlichen Ziegelsteinen besteht und mit Eisen verankert ist. Zwischen beiden Ziegelsteinlagen ist eine Füllung von schlecht wärmeleitenden Materialien angebracht. Oben ist die Esse, wie bei den Puddelöfen, Fig. 82., mit einer, an einem Balancier hängenden

Platte zugedeckt, welche mittels einer bis nach unten reichenden Kette, nach Belieben geöffnet oder verschlossen werden kann. Die Höhe der Essen ist nicht bedeutender als die bei den Puddelöfen; gewöhnlich sind sie niedriger. — Wir wenden uns nunmehr zu der

Bearbeitung des Eisens unter den Walzen,

welche in zwei verschiedenen Operationen, in die Bearbeitung aus dem Groben und in die Vollendung des Eisens, zerfällt. Unter der Bearbeitung aus dem Groben oder Rauhen versteht man hier das Zängen unter dem Hammer, das Auswalzen unter den Luppenwalzen und das Zerschneiden der Stäbe mit den Scheeren, indem diese Operationen die erste Periode der mechanischen Stabeisenfabrikation bilden.

Das Zängen. Nachdem die Ball's in den Puddelöfen fertig gemacht worden sind (von 370 Pfund auf den Heerd gesetztem Roheisen macht man in der Regel 5 bis 6), nimmt man sie nach einander heraus, indem man mit dem, welcher der Brücke am nächsten liegt, beginnt. Der Gehülfe zieht die Arbeitsthür des Puddelofens in die Höhe, der Puddler zieht den Ball mit einem Haken vor, fafst ihn mit einer grofsen Zange mit gekrümmtem Gebifs, und zieht ihn aus dem Ofen heraus und zum Hammer. Der Hammerschmiedsgehülfe bringt ihn darauf auf die Ambofsbahn, dreht und wendet ihn nach allen Richtungen, um die Eisentheilchen zu einigen, und überläfst ihn darauf dem Hammerschmiede. Sobald der Ball aus dem Ofen genommen worden ist, schliefst man dessen Thür. Das Zängen geschieht, indem der Ball mit Zangen gehandhabt wird, oder indem man eine 4 bis 4¾ Fufs lange Stange daran schweifst, deren eines Ende man in dem Puddelofen schweifswarm gemacht hat. Der Ball oder die Luppe mag nun mit der Zange oder mit der gedachten Stange (guover, crosse, queue) bearbeitet werden, so wird er zwischen die Bahnen des Hammers und des Ambosses gebracht und von Zeit zu Zeit um ein Viertel seines Umfanges gedreht, so dafs er auf jeder Fläche Schläge erhält und die Gestalt eines Prisma's mit quadratischen Grundflächen erlangt. Darauf wird er senkrecht auf die Chabotte gestellt und erhält von dem Ohr des Hammerhelms einige Schläge, um ihn an den Enden zu stauchen, worauf er von Neuem zwischen die Bahnen gebracht und nun vollendet wird. Der auf diese Weise in einen kurzen Quadratstab von 3 bis 4 Zoll Stärke verwandelte Ball hat nun die Gestalt eines abgefafsten Schirbels. Ist er vollendet, so wird der Stab, der daran geschweifst war, mit einem Setzeisen und durch den Hammer von dem Schirbel getrennt, und letzterer wird nun zu dem Luppenwalzwerk gebracht. Das Zängen dauert ungefähr eine Minute.

Wenn ein Ball vom Ambofs fällt, oder wenn er unter den Hammerschlägen zerspringt, so bringt man ihn wieder in den Ofen zurück, um ihn auszuschweifsen und wieder zusammenzudrücken. Man hat bemerkt, dafs diese

noch einmal ausgeschweifsten Ball's ein Eisen von besserer Qualität geben, und diese Betrachtung hat die Veranlassung zu der folgenden Art des Zängens gegeben, die der ähnlich ist, wie man sie in einigen, gewöhnlich Deutschen, Frischschmieden befolgt. Ehe man den Schirbel fertig macht, bringt man ihn in einen, in der Nähe des Hammers liegenden Schweifsofen, läfst ihn einige Minuten in demselben, während welcher Zeit er rothglühend wird, vollendet ihn dann durch einige Hammerschläge und bringt ihn zu den Luppenwalzen. Man erhält auf diese Weise ein Eisen von vortrefflicher Qualität, ohne wesentliche Vermehrung des Abganges und des Brennmaterialienaufwandes. Ein Schweifsofen ist für acht Puddelöfen hinreichend.

Nachdem die Schirbel vollendet sind, bringt man sie unter die Luppenwalzen, um sie, je nachdem es erforderlich ist, zu Quadratstäben oder zu Flachstäben auszuwalzen, welche Rohschienen oder Rohstäbe genannt werden. Nachdem die Stäbe erkaltet sind, wägt man sie und zerschneidet sie mittels der Scheere in Stücken von 12 bis 15½ Zoll Länge, welche man Plattinen nennt.

Wenn man keinen Hammer hat oder einen solchen nicht gebrauchen will, so werden die Ball's zwischen den ersten Kalibern der Luppenwalzen gezängt und in derselben Hitze zu Rohschienen ausgewalzt; allein das Eisen ist nie so gut, als wenn es unter dem Hammer gezängt worden ist, weil der Druck der Walzen nicht eben so gut, wie die Schläge des Hammers, das Eisen von den Schlacken reinigen und die Eisentheilchen mit einander vereinigen kann. Um das Zängen zwischen den Walzen zu bewerkstelligen, ergreift der Walzarbeiter die Luppe mit der Zange und steckt sie in das erste Kaliber, dessen Form fast elliptisch ist. Der auf der andern Seite des Walzwerks stehende Gehülfe ergreift die Luppe und reicht sie über die oberste Walze zurück. Der erste Walzarbeiter ergreift sie abermals und läfst sie, nachdem er sie um ein Viertel ihrer Peripherie gedreht hat, um sie in rechtwinkliger Richtung von der ersten zusammenzudrücken, nochmals durch dasselbe Kaliber gehen. Darauf läfst er sie so durchgehen, dafs die Enden zusammengedrückt werden. Nachdem die Luppe drei- oder viermal durch das erste Kaliber gegangen ist, läfst man sie zweimal nach einander durch das zweite gehen, wo sie mehr zusammengedrückt wird und sich zu verlängern anfängt. Man steckt sie darauf einmal durch jedes der folgenden bogenförmigen Kaliber und zweimal durch das, wo man stehen bleibt, entweder um den Stab in diesem Zustande zu lassen, oder um ihn in einen Flachstab zu verwandeln, wobei man dahin sieht, dafs er bei jedem Durchwalzen eine Viertelumdrehung um seine eigene Peripherie macht. Beim Abplatten der Stäbe kann man dieselben nur einmal durch das erste rechteckige Kaliber gehen lassen, dagegen

zweimal durch das letzte, damit das Eisen ein besseres Ansehen habe und weniger Risse zeige.

Die Schlacken und den Hammerschlag von dem Hammer und von dem Luppenwalzwerk sammelt man sorgfältig, da sie sehr vortheilhaft beim Betriebe der Puddelöfen und Feineisenfeuer benutzt werden können. Wenn von der Luppe Stückchen abfallen, so bewahrt man sie auf und setzt sie den Ball's bei dem folgenden Puddeln zu. — Man mag nun das Zängen unter dem Hammer oder sogleich mit dem Luppenwalzwerke vornehmen, so dauert die Verwandlung des Ball's in Kolben oder Plattinen im Durchschnitt nur $1\frac{1}{2}$ Minute.

Unter der Vollendung des Eisens verstehen wir alle Operationen, die mit dem aus dem Groben gearbeiteten und mit der Scheere zerschnittenen Eisen vorgenommen werden, um es in verkäufliches von verschiedener Gestalt und Gröfse zu verwandeln. Zu diesen Operationen rechnen wir das Schweifsen, das Auswalzen, das Geraderichten und das Abschneiden der Enden.

Das Schweifsen. Die Schweifsöfen werden von zwei Arbeitern bedient. Ehe der Betrieb begonnen wird, schreiten die Arbeiter zur Anfertigung des Heerdes mit festgestampftem feuerfestem Sand. Er wird gewöhnlich 3 bis 4 Zoll stark gemacht und man giebt ihm einen Fall von 2 bis 3 Zoll nach dem Schlackenloch zu, damit die Schlacken leicht abfliefsen. Der Heerd wird darauf durch eine heftige Hitze verglast und, wenn es nöthig ist, mit einem rothglühenden schaufelartigen Eisen geebnet. Nachdem das Eisen zerschnitten worden ist, macht man Paquete, die gewöhnlich aus 4 Stäben bestehen, und legt sie in regelmäfsigen Haufen neben dem Ofen zusammen. Der eine Arbeiter legt diese Paquete, jedesmal eins, auf eine eiserne Schaufel, die der andere Arbeiter auf die Schwelle der Arbeitsthür stützt. Derselbe legt nun die Paquete auf den Heerd des Ofens, parallel dessen Länge, neben einander hin, und zwar fängt er an dem von der Brücke entferntesten Punkte an, weil dort die Hitze am geringsten ist, und das Eisen sie am längsten erhalten mufs. Zwischen den Paqueten bleibt ein Zwischenraum von ungefähr 1 Zoll, damit sie die Flammen von allen Seiten treffen und umspielen, und die Schlacke frei abzufliefsen im Stande ist. Nachdem alle Paquete in den Ofen gesetzt sind, läfst man die Thür nieder, damit es nicht zu sehr erkaltet. Die Ladung eines Ofens besteht aus $17\frac{1}{8}$ bis $19\frac{1}{8}$ Centner, wenn man gröbere Eisensorten fabriciren will. Das Einsetzen des Eisens dauert ungefähr $\frac{1}{4}$ Stunde.

Nachdem der Ofen besetzt worden ist, wird die Thür geschlossen, und um den Zutritt der Luft gänzlich abzuhalten, werden die Fugen mit Lehm verstrichen, um die Abkühlung des Ofens und die Oxydation des Eisens möglichst zu vermindern. Darauf reinigt man den Rost und hält ihn mit glü-

henden Kohlen bedeckt, damit so wenig als möglich Luft unverbrannt entweicht. — Die Leitung des Feuers ist ein sehr wichtiger Umstand, der die ganze Aufmerksamkeit der Arbeiter in Anspruch nehmen mufs. Da der Zweck der ist, das Eisen zusammenzuschweifsen und es noch mehr zu reinigen, so mufs es die Schweifshitze erreichen, dieselbe jedoch nicht übersteigen. Der Arbeiter mufs sich daher von Zeit zu Zeit von der Beschaffenheit des Eisens überzeugen und danach das Feuer dirigiren; denn das Register der Esse darf nie niedergelassen werden, indem dadurch die Temperatur vermindert und die Stäbe schlecht geschweifst werden würden. Uebersteigt man die Sckweifshitze, so verbrennt man das Eisen, wodurch dessen Beschaffenheit verändert und der Abgang vermehrt wird. Zuweilen wendet man, gegen das Ende der Operation, die Paquete um; allein da diefs nicht ausgeführt worden kann, ohne den Ofen abzukühlen und die Oxydation zu vermehren, so ist ein solches Verfahren eher schädlich als vortheilhaft, und man darf daher nur dann dazu schreiten, wenn man bemerkt, dafs die untern Stäbe unvollständig geschweifst sind. Nachdem das Feuer eine Stunde lang unterhalten worden, ist das Schweifsen für die der höchsten Temperatur ausgesetzten Paquete volllendet. Sie werden alsdann, das der Brücke am nächsten liegende zuerst, bis an die Thür gezogen, dort von einem andern Arbeiter mit einer Zange gepackt und auf dem, mit Eisenplatten bedeckten Boden so schnell als möglich zum Walzwerk gezogen. Die Thür wird, sobald ein Paquet herausgenommen worden ist, sogleich wieder bis zu dem Augenblick geschlossen, in welchem das folgende Paquet herausgenommen wird.

Will man nur Eisen von mittelmäfsiger Qualität darstellen, so giebt man blos dem zerschnittenen Eisen eine Schweifshitze, ohne Paquete zu bilden. Man walzt alsdann unter dem Luppenwalzwerk Rohschienen aus und bearbeitet dieselben mit den Grobeisenwalzwerken auf dieselbe Weise wie die Paquete.

Um feinere Eisensorten zu fabriciren, gebraucht man gewöhnliches quadratisches, mit der Scheere zerschnittenes Stabeisen als Material, oder man macht Paquete aus flachem Stabeisen, die man alsdann weiter bearbeitet. Im erstern Falle ist es hinreichend, das Eisen weifsglühend zu machen, ohne dafs es schweifswarm wird; im zweiten Fall mufs man die Paquete zusammenschweifsen, wie bei der oben beschriebenen Operation.

Das durch einmalige Schweifs- und Streckarbeit aus dem Roheisen erhaltene Stabeisen nennt man in England common iron (gewöhnliches Stabeisen) oder Eisen No. 1. Seine Güte hängt von der Beschaffenheit des Roheisens, von dem Arbeitsverfahren im Puddelofen und besonders auch von der Behandlung des von den Luppenwalzen erhaltenen Luppeneisens ab.

Besseres Eisen (best-iron) oder Eisen No. 2. wird dargestellt, wenn

das Eisen No. 1. in Gestalt von Flacheisen zerschnitten, in veränderlichen Verhältnissen mit Rohschienen geschichtet wird, die Paquete ausgeschweifst und dann ausgewalzt werden.

Wird zu besondern Zwecken Stabeisen von vorzüglichster Güte und Festigkeit (best-best-iron) oder Eisen No. 3. verlangt, so wird ein Theil Eisen No. 2. in der Form von flachen Stäben zu Plattinen zerschnitten und mit Plattinen von Rohschienen zu Paqueten zusammengesetzt, welche in den Schweifsofen gebracht und dann ausgewalzt werden. Die Rohschienen bleiben auch hin und wieder aus dem Eisen No. 3. weg. — Ketten- und Seileisen bereitet man in England gewöhnlich durch Schweifsen und Ausstrekken von altem Stabeisen.

Auswalzen des Eisens. Eine jede Garnitur Walzen oder ein jedes Walzengerüst wird von drei Arbeitern bedient: von dem Walzenmeister, einem Gehülfen und einem Jungen. Letzterer steht auf der Seite des Gehülfen und er hat das Geschäft, demselben dabei behülflich zu sein, das Eisen dem Walzmeister zurück zu geben, oder es in die Kaliber der obern Walze bei den dreitheiligen Walzwerken für feine Eisensorten zu bringen, wie schon weiter oben bemerkt wurde. So wie ein Paquet aus dem Schweifsofen kommt, bringt man es zu den Vorbereitungswalzen. Daselbst geht es zweimal durch das erste, seinen Dimensionen entsprechende Kaliber, um es nach allen Richtungen gehörig zusammenzuschweifsen. Durch die folgenden Kaliber geht das Paquet nur einmal, dagegen aber wieder zweimal durch das Kaliber, bei welchem man bleiben will, damit die Dimensionen des Stabes in beiden Richtungen sich gleich und damit die Kanten möglichst scharf sind. Bei jedem Durchgange dreht man den Stab um ein Viertel seiner Peripherie, um Bärte zu vermeiden und um eine von allen Seiten gleiche Zusammendrückung zu bewirken.

Nachdem das Eisen zwischen den Vorbereitungswalzen, nach dem letzten Durchgange, die verlangten Dimensionen erlangt hat, trägt man es schnell zu den Vollendungswalzen und reicht es, über der obersten Walze weg, dem Walzenmeister zu, der den Stab zwischen die Kaliber steckt, und indem die Arbeit auf dieselbe Weise wie vorher weiter geführt wird. Bei der Fabrikation des Stabeisens jeder Art mittels Walzwerke von zwei oder drei Walzen, so wie bei der des quadratischen und runden Stabeisens, dreht der Walzenmeister allein den Stab herum; bei der Fabrikation des feinen Rund- und Quadrateisens aber geschieht es bei jedem Durchgange des Stabes sowohl von dem Walzenmeister, als von seinem Gehülfen.

Die Walzarbeit erfordert grofse Aufmerksamkeit und Geschicklickeit, sowohl um das Eisen in die passenden Kaliber zu bringen, als auch um Unfälle zu vermeiden. Es ist sehr wichtig, dafs die Stäbe in der Ebene der Kaliber

geführt werden, indem sie sonst weniger gerade werden, sich drehen und zwischen den Kanten der Kaliber quetschen. Diefs Letztere findet hauptsächlich bei dem Rund- und Quadrateisen statt.

Der Walzenmeister kann den Stab fahren lassen, wenn seine Zange noch 6 bis 8 Zoll von den Walzen entfernt ist, jedoch nicht früher, weil der Stab sonst zwischen die Walzen gelangen und Brüche derselben veranlassen kann. Der Gehülfe mufs seine Zange geöffnet vor das Kaliber halten, den Stab fassen sobald er sich zeigt, und ihn in dem Maafs, dafs er herauskommt, hervorziehen. Sobald der Stab heraus ist, hält er still, der Junge hebt den Stab alsdann mit seinem Haken zu der obern Walze empor und der Gehülfe schiebt ihn vorwärts; der Walzenmeister fafst ihn wieder, läfst ihn auf die Einlafsplatte niederfallen und steckt ihn in das folgende Kaliber. Dasselbe Arbeitspersonal walzt zu gleicher Zeit die in zwei Oefen geschweifsten Paquete aus und bedarf dazu einer Arbeit von ungefähr $1\frac{1}{2}$ Stunde, und da das Schweifsen im Ganzen zwei Stunden währt, so haben die Arbeiter bei jeder Operation eine halbstündige Ruhe.

Geraderichten des Eisens. Wenn die Stäbe fertig gewalzt worden sind, so trägt man sie noch rothglühend auf eine, mit einem Rande versehene, gufseiserne Platte, die Richtplatte. Das Geraderichten geschieht durch Knaben, mittels hölzerner Schlägel, indem der Stab gegen den Rand gelegt und auf mehreren Seiten darauf geschlagen wird. Sobald er so kalt ist, dafs er sich nicht mehr krümmt, wird er aufgenommen und an die Wand gestellt. Während das Eisen noch rothwarm ist, wird es mit dem Hüttenzeichen gezeichnet.

Abschneiden der rauhen Enden der Stäbe. Die Enden der Stäbe sind gewöhnlich fehlerhaft, rauh und schlecht geschweifst, da die Paquete nicht gestaucht werden können, weshalb man die Stäbe, sobald sie erkaltet sind, zur Scheere bringt und sie an beiden Enden, in einer auf ihrer Länge genau rechtwinkligen Richtung, beschneidet. Es entsteht dadurch ein Abgang, der sogenannte Scheerenabgang, von durchschnittlich $4\frac{1}{2}$ bis 5 Procent. Diese Enden werden zur Darstellung eines Eisens von sehr guter Beschaffenheit benutzt, indem man sie in einen Schweifsofen bringt, zusammenschweifst und unter Hammer und Walzen bearbeitet. Das Eisen ist nun vollendet und Handelsartikel.

Produktion, Eisenabbrand, Brennmaterialien - Verbrauch.

Die Puddelfrischarbeit hat den grofsen Vorzug, dafs sie eine sehr bedeutende Produktion nicht allein möglich macht, sondern sogar verlangt, wenn sie vortheilhaft sein soll, dafs sie die Brennmaterialien besser benutzt, als beim Heerdfrischen. Dieses liefert dagegen ein besseres Produkt, welches beim Puddelfrischen nur durch wiederholte Schweifs- und Raffinirarbeit erreicht

werden kann, welche wiederum einen grofsen Eisenabgang veranlafst. Sowohl beim Heerd- als beim Flammofenfrischen wird die Beschaffenheit des Produktes durch diejenige des Roheisens bestimmt, und dieselbe Verschiedenheit im Eisenverlust, welche durch die verschiedenartige Beschaffenheit des Roheisens bei jener veranlafst wird, findet auch bei dieser statt.

Alles graue Holzkohlenroheisen läfst sich leichter verpuddeln als Koaksroheisen, und wiewohl es sich nicht ohne gaarende Zusätze verfrischen läfst und der Prozefs eine Schlackenfrischerei ist, so hat man doch den Gebrauch des Weifsmachens, wegen des grofsen Eisenabganges, der dabei stattfindet, beim Holzkohlenroheisen immer mehr beschränkt. — Ein Puddelofen producirt wöchentlich aus gutem Holzkohlenroheisen 200 Centner Rohschienen mit einem durchschnittlichen Eisenabgang von 12 Procent. Zu 100 Pfd. Rohschienen sind etwa 1,8 Kubikfufs oder 90 bis 100 Pfd. Kohlen erforderlich. Aus 100 Pfund Rohschienen erfolgen durchschnittlich beim Schweifsen, Gerben und Ausstrecken 85 Pfund Stabeisen No. 1., und zur Darstellung von 100 Pfund desselben mufs man im Schweifsofen mindestens 1 Kubikfufs oder 50 Pfund Steinkohlen verbrauchen. — Es erfolgen demnach aus 100 Pfund gutem grauen Holzkohlenroheisen 78,8 Stabeisen No. 1., bei einem Steinkohlenaufwande von 2,8 bis höchstens 3 Kubikfufs, oder von 140 bis 150 Pfund Steinkohlen.

Weifses Holzkohlenroheisen, so wie es unter günstigen Umständen ununterbrochen beim Hohofenbetrieb dargestellt werden kann, beim Koaksbetriebe aber ganz unstatthaft ist, pafst sehr gut zum Puddelfrischen, wenn die Rohschienen einer sorgfältigen Schweifsarbeit unterworfen werden.

Graues Koaksroheisen mufs bei einem vortheilhaften Hüttenbetriebe, um gutes Eisen zu gewinnen, erst in Feineisen verwandelt werden. Bei dessen Anwendung kann man in einem Ofen wöchentlich 280 bis 300 Centner Stabeisen No. 1. produciren. 100 Pfund Weifseisen geben etwa 92 Rohschienen und 100 Pfd. von diesen etwa 86 Stabeisen No. 1., also 100 Pfd. Weifseisen etwa 80 Pfund Stabeisen No. 1. Zu 100 Pfund Rohschienen verbraucht man im Puddelofen 1,5 Kubikfufs oder 75 bis 80 Pfund; im Schweifsofen zu 100 Pfd. Stabeisen No. 1. etwa 1 Kubikfufs oder 50 Pfd.; zu 100 Pfund Stabeisen aus Weifseisen daher etwa 2,5 Kubikfufs oder 125 bis 130 Pfund Steinkohlen. — Da aber graues Roheisen bei seiner Umwandlung in Feineisen einen durchschnittlichen Gewichtsverlust von 12 Procent erleidet, so erfolgen aus 100 Roheisen nur etwa 70 Stabeisen, und zu dem obigen Steinkohlenverbrauch kommt noch ein Aufwand von $1\frac{1}{2}$ Kubikfufs oder 50 Pfund Koaks. — Der Feineisenprozefs ist auch jedenfalls ein sehr mangelhafter und seine Verbesserung würde eine wesentliche Vervollkommnung des Flammofenfrisch-Prozesses sein.

Soll Stabeisen No. 1. in solches No. 2. und 3. umgewandelt werden, so wird dadurch auch noch ein Eisenverlust bei der Schweifs- und Raffinirarbeit von 10 bis 12 Procent und ein Steinkohlenverbrauch von 0,9 bis 1 Kubikfufs zu 100 Pfund des erhaltenen Produkts veranlafst.

Beim Puddeln mit Holz zu Neuberg in Steiermark, woselbst dieser Prozefs in den oben beschriebenen Oefen sehr vollkommen ausgeführt wird, gewinnt man aus 100 Pfd. Spiegel- und luckigem Roheisen 90 bis 94 Pfd. Rohschienen, bei einem Aufwande von 10 bis 12½ Kubikfufs gedörrtem Nadelholz, wobei die oben beschriebenen Doppelöfen die vortheilhaftesten sind. In Schweifsöfen beträgt der Eisenabgang etwa 15 Procent mit einem Brennmaterialien-Aufwand von 12 bis 14 Kubikfufs lufttrocknem Holz. Dieser starke Holzaufwand kommt daher, weil hauptsächlich starke Kesselbleche producirt werden, die viel Hitze erfordern. — Beim Puddeln und Schweifsen verhält sich also der Effect der Steinkohlen zum Holz dem Volum nach mindestens wie 1 zu 6 und dem Gewicht nach wie 1 zu 3.

Torf verbraucht man, wenn er gut und gedörrt ist, zur Anfertigung von 100 Pfund Stabeisen No. 1. im Puddel- und Schweifsofen an 25 Kubikfufs.

Beim Betriebe der Frischarbeit mit Gasen sollen 100 Theile graues Holzkohlenroheisen im Weifsofen mit gaarenden Zuschlägen und durch Zuleitung eines gaarenden Windstromes auf das eingeschmolzene Eisen, einen Abgang von 2,3 bis 2,5 Procent erleiden. In den Puddelöfen ist der Abgang vom Weifseisen zum Luppeneisen nicht gröfser als 0,8 Procent und der Abgang von diesem Stabeisen von vorzüglicher Güte, im Schweifsofen nur 11 bis 12 Procent; der ganze Verlust bei der Verwandlung des grauen Roheisens in Stabeisen daher nur 14 bis 15 Procent. Nimmt man die Gase aus dem Hohofen, so hat man von dem Brennmaterial weiter keine Kosten, als für die Apparate zur Einführung der Gase und zur Erhitzung der Gebläseluft und für das Gebläse. Erzeugt man aber auch das Kohlenoxydgas aus andern Brennmaterialien, die an und für sich nicht als solche in den Weifs-, Puddel- und Schweifsöfen benutzt werden können, so wird man doch, schon durch die Verminderung des Eisenverlustes und durch die Möglichkeit einer Gewinnung von besserm Eisen, Vortheile durch den Ofenbetrieb mit Gasen haben.

Die bei dem Puddeln erlangte Schlacke soll sich mehr der Gaar-, als der Rohschlacke nähern, allein gewöhnlich ist diefs nicht der Fall, sondern sie enthält oft sehr viel Kieselerde und nähert sich also mehr und weniger dem Zustande des einfachen Silicats. — Die in den Schweifsöfen entstehende Schlacke enthält gewöhnlich noch mehr Kiesel und ist eine vollständige Rohschlacke. Die in den Rohschienen zurückbleibende Schlacke dagegen, welche

unter den Vorbereitungswalzen des Grobeisenwalzwerks ausgepreſst wird, ist Gaarschlacke.

Allgemeine Bemerkungen über das Flammofenfrischen. — Silicium und Phosphor werden durch die Puddel- und durch die Schweiſsarbeit weit vollständiger abgesondert, als durch das Heerdfrischen. Es läſst sich daher erklären, dass aus gutartigem, sehr wenig fremde Beimischungen enthaltendem Roheisen durch den Puddelprozeſs ein minder gutes, nämlich ein ungleichartigeres Stabeisen erfolgt, als durch die Heerdfrischerei, bei welcher der Schwefel vollständiger, die Kohle und übrigen Bestandtheile aber gleichartiger abgeschieden werden. Es läſst sich ferner erklären, warum schlechteres, viel Silicium und Phosphor enthaltendes Roheisen beim Puddelprozeſs ein mittelmäſsiges, beim Heerdfrischen aber nur ein schlechtes Stabeisen geben. Gutes Eisen verliert daher durch das Puddeln im Vergleich zum Heerdfrischen, wogegen schlechtes Roheisen aber dadurch verbessert wird. Freilich bleibt auch hier das gute Roheisen stets das beste Material.

Die Wahl der Frischmethode hängt im Allgemeinen von dem Brennmaterial und überhaupt nur von ökonomischen Rücksichten ab. Nun läſst aber die Heerdfrischerei nie eine bedeutende Eisenfabrikation zu, und man hat daher schon selbst da, wo sie ein wohlfeileres Produkt liefert, wenigstens schon theilweise die Steinkohlen angewendet, um diese Vortheile durch eine stärkere Fabrikation zu erlangen. Ueberhaupt hat man die Eisenbereitung bei Holz- und bei Steinkohlen sehr verschiedenartig mit einander verbunden, bald, indem man Holzkohlenroheisen mittels Steinkohlen verfrischt, oder Koaksroheisen mittels Holzkohlen allein, oder theilweis bei diesen und bei Steinkohlen in Stabeisen verwandelt. Es sind dadurch, theils aus ökonomischen Gründen und theils um ein besseres Eisen zu erzielen, bereits mehrere Frischmethoden entstanden, deren wichtigere wir hier unter dem Namen der

gemischten Frischmethoden

kurz beschreiben wollen. Eine Art derselben, die Südwaleser Methode, haben wir schon weiter oben, am Schluſs der Heerdfrischmethoden aufgeführt.

Das in der Champagne übliche Verfahren, die Méthode champenoise, weicht von dem gewöhnlichem Flammofenfrischen nur darin ab, daſs die Luppen in Heerden, jedoch bei Steinkohlen ausgeschweiſst werden. Die sehr phosphorhaltigen Eisenerze in der Champagne werden bei Holzkohlen auf ein meistens weiſses und übersetztes Roheisen verschmolzen, aus welchem durch die Heerdfrischerei nur ein sehr kaltbrüchiges Eisen dargestellt werden würde. Wegen seines Phosphorgehalts ist das Roheisen so leichtflüssig, daſs es nur durch die Schlackenfrischerei mit starken Zusätzen von Gaarschlacke, Eisenerzen etc. verfrischt werden kann. Die aus dem Puddelofen kommenden Luppen werden unter einem 10 bis 11 Centner schweren Aufwerfham-

mer gezängt, zu dicken, vierkantigen Kolben zusammengeschlagen. Jeder Frischofen ist mit einem Wärmfeuer versehen, welches aus einem gewöhnlichen Frischheerd besteht, der mit Steinkohlen gefüllt und über der Form mit einem horizontal liegenden eisernen Gitter versehen ist, auf welches die in Schweifshitze zu versetzenden Kolben gelegt und dann unter dem Hammer zu starkem Materialeisen ausgeschmiedet werden. Ein Puddelofen und sein Wärmheerd und Hammer sollen wöchentlich 300 Centner Stabeisen in starken Dimensionen liefern. Der Eisenverlust im Puddelofen soll nur 8 bis 10 Procent und der in den Schweifsheerden 16 bis 17 Procent betragen. Das Eisen hat nur eine mittelmäfsige Güte. In einigen Hütten wendet man Schweifsöfen und Walzwerke statt der Wärmheerde und Hämmer an.

Im Moseldepartement wendet man die Champagneser Methode mit einigen Abänderungen an. Im Allgemeinen sind die Betriebsverhältnisse dieselben wie die in der Champagne, obgleich zum Theil auch graues Roheisen, bei Holzkohlen mit einem Zusatz von Koaks erblasen, in Anwendung kommt. Das Ausschweifsen der Luppen geschieht in gewöhnlichen Heerden vor dem Gebläse und mit Holzkohlen. Das dabei erfolgende Eisen ist recht gut.

Eine andere Modification dieser Frischmethode besteht darin, dafs man das Frischen im Flammofen bis zum anfangenden Gaarwerden des Eisens fortsetzt und das eigentliche Gaarfrischen und das Ausschmieden der Luppen zu Kolben in Holzkohlenheerden statt finden läfst.

Im Departement der Ille und Vilaine werden die aus dem Wallonenheerd erhaltenen Kolben in Schweifsöfen bei Steinkohlen ausgeschweifst und dann unter Hämmern oder Walzen ausgestreckt. Zu Carrau, im Departement der Nieder-Pyrenäen, wendet man Holz und Torf zur Feuerung der Schweifsöfen, bei übrigens gleichen Betriebsverhältnissen, an.

In Schlesien und in einigen andern benachbarten Preufsischen Provinzen wird in gewöhnlichen deutschen Frischheerden Holzkohlen- oder Koaksroheisen, oder ein Gemenge aus beiden auf die gewöhnliche Weise verfrischt und ausgeschmiedet. Jedoch hat man das Verfahren theilweis dahin verändert, dafs in den Heerden nur die Frischarbeit bei Holzkohlen bis zum Zertheilen der Luppe zu Kolben vorgenommen wird, und dafs die letzteren in Schweifsöfen bei Steinkohlen gewärmt und unter Walzwerken zu sehr verschiedenartigen Eisensorten ausgestreckt werden. Obgleich die Kolben einer Raffineriearbeit in den Schweifsöfen nicht bedürfen, so veranlafst diefs gemischte Verfahren doch einen gröfseren Eisenabgang, von etwa 5 Procent, und Brennmaterialienaufwand, als die reine deutsche Heerdfrischarbeit. Jedoch hat man bei diesem Verfahren die Absicht, gröfsere Eisenmengen von gleicher Güte wie bei den gewöhnlichen Holzkohlenheerden, und mit Ersatz eines Theils (etwa 4 bis 5 Kubikfufs) der Holzkohlen durch (etwa 1 Kubikfufs)

Steinkohlen anzufertigen. Bei geringerem Vortheil für eine einzelne Produktionsgröſse gestattet diese Methode doch einen gröſsern allgemeinen Gewinn.

II. Die Rennarbeit

ist derjenige Prozeſs, mittels dessen unmittelbar aus den Erzen Stabeisen dargestellt wird. Es geschieht dies entweder in niedrigen Schachtöfen oder in Heerden oder in Flammöfen. Es muſs aber stets eine Reduction des Erzes durch Kohle vorhergehen und das ausgebrachte Eisen dann der Einwirkung des Sauerstoffs, sei es des freien und ungebundenen, oder des an das Eisen in den Erzen gebundenen, ausgesetzt werden.

Die Rennarbeit ist das älteste Verfahren bei der Eisengewinnung, das noch jetzt in manchen Gegenden stattfindet und nicht überall mit Erfolg durch das gewöhnliche Verfahren ersetzt werden würde. Sie liefert ein vorzüglich reines und gutes Eisen; jedoch hat man es nicht immer in seiner Gewalt, um mit gleichem Vortheil Stabeisen oder Stahl darzustellen, weil man gewöhnlich Beides erhält, und daher dem ausgebrachten Eisen die Härte oft durch wiederholtes Ausschweiſsen, welches häufig ein Umschmelzen ist, entziehen muss.

Die Vorrichtungen zum Zerrennen der Eisenerze nennt man Stücköfen, Blaseöfen oder Luppenfeuer, je nachdem man einen gemauerten Schacht anwendet, in welchem die Schmelzung geschieht, und je nachdem die Entfernung von der Gicht zur Form gröſser oder geringer ist, als von der Form zum Boden. Neuerlich hat man auch Versuche mit Flammöfen angestellt.

1. Die Stückofenwirthschaft.

Die Stück- oder Wolfsöfen haben ihren Namen von der, Stück oder Wolf genannten, stabeisen- oder stahlartigen Eisenmasse, welche sich bei jedem Schmelzen unten auf dem Boden des Ofens ansetzt und zu einer gewissen Zeit herausgebracht wird. Das von dem Stückofen gelieferte Eisen kann zum Theil sogleich ausgeschmiedet werden, zum Theil ist es noch nicht völlig gaar und muſs dann mit Roheisen verfrischt werden. Man findet die Stücköfen jetzt nur in einigen Provinzen Ungarns und an einigen Orten im Hennebergschen in Thüringen.

Die Oefen sind 10 bis 16 Fuſs hoch; der Schacht ist zuweilen gleich weit, hat aber meistens in der Mitte einen Bauch oder Kohlensack und ist entweder rund oder viereckig; ihr Futter und ihre Bodensteine bestehen aus Sandstein, Grauwacke etc., und die letztern haben nach dem Abstich zu 2 bis 3 Zoll Fall. Entweder haben sie ein Arbeits- und ein Blasegewölbe oder

beide sind vereinigt, und es müssen dann die Blasebälge abgerückt werden, wenn das Eisen ausgebrochen werden soll. Die Ofenbrust enthält daher unten eine 2 Fufs weite und eben so hohe Oeffnung, welche beim Gange des Ofens mit Ziegelsteinen und Lehm zugemacht ist.

Soll der Betrieb angehen, so wird der Ofen mit Kohlen gefüllt, der Abstich zugemacht und Feuer durch die selten aus Kupfer, sondern gewöhnlich aus Lehm bestehende Form eingebracht, das Gebläse langsam in Bewegung und dann wieder in Stillstand gesetzt, um den Ofen nur nach und nach zu erwärmen. Sind die Kohlen bis zur Gicht durchgeglüht, so läfst man das Gebläse wieder an, giebt auf der Gicht Kohlen und Eisenerze, gewöhnlich geschichtet und zuweilen, bei niedrigen Oefen, auch wohl untereinander gemengt auf, und steigt mit dem Erz, bis man den rechten Satz getroffen hat. Sobald sich Erz vor der Form zeigt, so stöfst man ein Auge in den Abstich, um die Schlacke abzulassen; das Erz zieht sich durch die letztere auf den Boden und sammelt sich zu dem Stück (Wolf, Mafs oder Gufs) an. Das Schlackenloch bleibt offen und das mit der Schlacke ausgelaufene flüssige Roheisen wird ausgeklaubt. Sobald sich schon viel Eisen im Heerde gesammelt hat, so müssen sich die Schlacken anhäufen, um die Eisenmasse im Ofen zu erwärmen; hin und wieder sticht man auch mehrere Schlackenlöcher über einander, das nächste untere stets wieder verschliefsend. Sobald sich eine gehörige Menge Eisen angesammelt hat, so läfst man den Ofen entweder leer niedergehen, oder man setzt noch einige leere Gichten auf, stellt den Gang des Gebläses ein, entfernt die durch Wasser abgekühlten Schlakken, bricht den Abstich auf und nimmt den Wolf mit Brechstangen aus dem Ofen. Die fast hammergaare Eisenmasse ist stets von etwas flüssigem Roheisen (Graglach in Steiermark) umgeben; man breitet es unter dem Hammer zu einem 3 bis 4 Zoll dicken Kuchen aus, der in zwei Stücken (Kotlizhe) zerschroten und dann weiter verarbeitet wird. Währenddem wird der Boden des Ofens gereinigt, mit Kohlenlösche bestreut, die Brust wieder mit Thon und Backsteinen zugemacht und der Ofen auf die oben angegebene Weise wieder in Betrieb gesetzt. Die Schlacken sind schwarz und sehr eisenhaltig.

Im Hennebergschen hat man keine besondern Stücköfen, sondern man wendet die Blauöfen auch zum Güssemachen an, welche zu diesem Zweck nur eine etwas andere Einrichtung der Brust erhalten. Die Schlacke läuft während des Betriebs ununterbrochen ab, indem in dem Verhältnifs, als sich die Eisenmasse im Heerde höher ansammelt und die Schlackenöffnung verstopft, das Schlackenloch in einer gröfseren Höhe in die Ofenbrust gestofsen wird. Bei weitem der gröfste Theil der Beschickung besteht aus gaarer Frischschlacke (Hammerlech), zu welcher noch der beim Stabhammer abfal-

lende Schmiedesinter oder Glühspan (Flischig) zugesetzt wird. Setzt man Eisenerz zu, so ist es gewöhnlich Rotheisenstein, allein nie beträgt die Erzmenge mehr als den vierten Theil von der Beschickung. Man unterscheidet Güsse von heifsem und von frischem Gange; die erstern sind mehr roheisenartig und zerfallen oft unter dem Hammer.

Da das Gufsstück nur in seltnen Fällen reines, sondern ein kohlehaltendes Eisen ist, welches zwischen Roheisen und Stahl in der Mitte steht, so mufs das zerschrotene Eisen noch einer neuen Umarbeitung unter dem Winde ausgesetzt werden. Im Hennebergschen geschieht diefs in den schon weiter oben (S. 366) beschriebenen Löschfeuern.

2. Die Blaseöfen

sind ganz niedrige Stücköfen, welche noch in einigen russischen Gouvernements, in Siebenbürgen und in der Moldau und Wallachei angetroffen werden. Das Produkt besitzt zuweilen schon eine vollkommene Geschmeidigkeit, zuweilen mufs es wegen seiner roheisenartigen Beschaffenheit in einer Art von Löschfeuer wieder umgeschmolzen oder wenigstens mit gaarenden Zuschlägen ausgeschweifst werden. In den schwedischen und norwegischen Dalorten schmelzt man in diesen Blase- oder Bauernöfen auf eine besondere Weise, indem man das Holz erst vor dem Angange des Schmelzens in dem Ofen selbst verkohlt. Man verarbeitet dort Raseneisenstein, welcher vorher auf offenen Roststätten in grofsen Haufen geröstet und dann gepocht wird. Die Oefen haben einen gemauerten Schacht. Zum Boden wendet man Sandstein oder Grauwacke an. Der Heerd oder der Raum unter der Form ist 24 Zoll tief, 30 Zoll lang, 18 Zoll breit und hat eine ovale Gestalt. Der auf diesen Heerd aufgesetzte Schacht erweitert sich kreisförmig immer mehr, so dafs er bei einer Höhe von 7 Fufs oben auf der Gicht eine Weite von 5 Fufs im Durchmesser erhält. Nicht alle Blaseöfen haben diese Gröfse, indem einige nur mit einem 3 und zuweilen nur mit einem 2 Fufs hohen Schacht versehen sind. Bei den niedrigen Blaseöfen wird die geschmolzene Masse mit Zangen oben aus der Gicht gehoben; bei gröfsern bleibt unten eine Oeffnung zum Ausbrechen des Eisenklumpens, wie bei den Stücköfen. Der Ofen wird mit fein gespaltenem Holze möglichst dicht angefüllt, so dafs die gespaltenen Holzscheite noch etwas über den Gichtkranz hervorragen. Alsdann wird das Holz angezündet, weshalb man bei seinem Einsetzen auch eine Quandelstange mit aufstellt, die demnächst den Zündkanal bildet. Wenn nach einer halben Stunde die Verkohlung des Holzes gröfstentheils geschehen ist, so wird mit dem Auftragen des gerösteten Erzes der Anfang gemacht, das Gebläse aber noch nicht angelassen. Diefs geschieht erst nach dem dritten oder vierten Erzsatz, der jedesmal 1 bis $1\frac{1}{2}$ Schaufeln voll be-

trägt, je nachdem es heifser oder frischer im Heerde geht, welcher aber niemals früher gegeben wird, als bis das zuerst aufgesetzte Erz niedergeschmolzen ist. Die Schlacke wird häufig abgelassen. Wenn die Eisenmasse bis an die Form in die Höhe steigt oder wenn die Kohlen verzehrt sind, so wird kein Erzsatz mehr gegeben, sondern der Ofen niedergeblasen und das Eisen ausgebrochen. Diefs ist gewöhnlich sehr roheisenartig und bekommt seine Vollendung erst durch das Umschmelzen. Sobald der Ofen hinlänglich abgekühlt ist, wird zu einem zweiten Schmelzen (Rohgang) geschritten.

3. Die Deutsche Luppenfrischerei

weicht von der Stückofenschmelzarbeit darin ab, dafs der Kohlenhaufen über der Form nicht durch einen festen Mantel zusammengehalten wird. Der Heerd besteht entweder aus eisernen Platten oder aus einem gemauerten Kessel oder aus irgend einem metallenen oder thönernen Gefäfs, welches mit Kohlenlösche ausgeschlagen werden kann und auf solche Art einen Kohlentiegel bildet, in welchem sich das aus dem Erz reducirte und vor der Form niedergeschmolzene Eisen sammelt. Die Tiefe des Heerdes und die übrigen Dimensionen sind ziemlich verschieden und richten sich gewöhnlich nach der Wirksamkeit des Gebläses. Die Form liegt ganz horizontal. Wenn der Heerd abgewärmt ist, so wird er mit Kohlen gefüllt, und man sucht dann zuerst durch eine sehr leichtflüssige Beschickung des Erzes die Wände des Heerdes mit verschlacktem Erz zu überziehen. Man nennt diefs das Ausbrennen des Heerdes, weil der Gestübbeheerd gewissermafsen ausgebrannt und durch einen Ueberzug von verschlacktem Erz ersetzt wird. Das zu verschmelzende Erz wird schaufelweis auf den über dem Heerde aufgehäuften konischen Kohlenhaufen geworfen, durch welchen es sich nach und nach durchziehen mufs. Frisches Erz wird nicht eher aufgegeben, als bis das vorige geschmolzen wird. Der Kohlenhaufen wird von Zeit zu Zeit erneuert, bis sich so viel Eisen im Heerde angesammelt hat, dafs das Herausnehmen der Luppe nöthig wird. Je schneller man das Erz zum Sinken bringt, desto roher wird die Luppe. Beim zu schnellen Sinken mufs der Erzsatz verstärkt und es müssen gaarende Zuschläge angewendet werden. Bei einem zu langsamen Sinken wird der Satz vermindert und das Gebläse verstärkt. Das fertige Frischstück wird nach dem Abräumen des Heerdes ausgebrochen und entweder in einem Löschfeuer umgeschmolzen, wobei es oft noch einen Abgang von 30 Procent erleidet, oder es wird zerhauen und bei der folgenden Luppe mit ausgeschmiedet, indem die mehr oder weniger gaare Beschaffenheit des Eisens blos von dem Verhältnifs des Erzes zu den Kohlen abhängt. Es läfst sich daher auch bei der Luppenfrischerei ein völlig gaares

Stabeisen darstellen, obgleich das Ausbringen dann weit geringer sein wird, als wenn die Luppe so roh ausfällt, dafs sie im Löschfeuer wieder umgeschmolzen werden mufs.

4. Die Französische Luppenfrischerei

unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dafs die Erze entweder in demselben Heerd, oder in einem besondern Ofen oder Heerd zuerst stark geröstet und reducirt und alsdann erst umgeschmolzen werden, so dafs der Prozefs eigentlich in zwei Abtheilungen ausgeführt wird. Gewöhnlich sind die Heerde aus steinernen Platten zusammengesetzt; zuweilen bedient man sich aber auch, wenigstens auf der Form- und auf der Windseite, gegossener eiserner Platten. Die kleinsten Feuer, welche man die Katalonischen (franz. Feu catalans) nennt, in den mittlern und östlichen Pyrenäenländern, sind 20 Zoll lang und breit und 16 Zoll tief; die Form liegt etwa 9 Zoll vom Boden entfernt. Im Französischen und Spanischen Navarra und in Guipuscoa sind die Feuer etwas gröfser; man nennt sie die Navarrischen Luppenfeuer. Bei einer Länge von 30 und einer Breite von 24 Zoll sind sie 24 Zoll tief und die Form ist 14 bis 15 Zoll vom Boden entfernt. Die Biscayischen Feuer, welche in Biscaya und in einem grofsen Theil von Navarra angewendet werden, sind die gröfsten, indem sie 40 Zoll lang, 30 bis 32 Zoll breit und 24 bis 27 Zoll tief sind, wobei sich die Form 18 Zoll über dem Boden befindet. Alle diese Heerde sind nur in ihren Dimensionen verschieden und müssen daher um so wirksamere Gebläse haben, je gröfser sie selbst sind; das Arbeitsverfahren ist indefs ziemlich übereinstimmend. In den Katalonischen Feuern werden 3 bis 4 Preufsische Ctnr., in den Navarrischen 5 bis 6 und in den Biscayischen Heerden 7 bis 8 Ctnr. Erze verarbeitet, die vorher geröstet worden sind.

Man giebt der Form eine so starke Neigung in den Heerd, dafs der Windstrom die Mitte des Bodens trifft. Das zu einer Luppe bestimmte geröstete Erz besteht aus $\frac{2}{3}$ grofsen Erzstücken und $\frac{1}{3}$ Erzstaub, welcher durch ein nicht zu feines Sieb gegangen ist. Das feine Erz wird erst beim Schmelzen selbst zugesetzt, das gröbere aber sogleich in den mit Kohlenlösche ausgefutterten Heerd gebracht. Zwei Drittheile oder auch wohl nur die Hälfte von der Breite des Heerdes nehmen die Kohlen ein, und das dritte Drittel oder die andere, der Gichtseite zugekehrte Hälfte des Heerdes wird mit den gröbern Erzstücken angefüllt.

Auf diese Art wird das Erz im Heerde einer Mauer gleich aufgeführt und dann mit einem Gemenge von Kohlenstaub und von angefeuchtetem, durchgesiebtem Erzstaub bedeckt. Der Raum zwischen der Erzmauer und der Form ist also nur mit Kohlen ausgefüllt, welche die zum Reduciren

und Schmelzen erforderliche Hitze hergeben müssen; auch werden hier die Schirbel oder Kolben von der vorigen Luppe zum Ausschmieden gewärmt. Die Erzmauer darf sich nicht verrücken und wird daher mit angefeuchteter Kohlenlösche unterstützt. Jedesmal wenn die Flamme oben durch den Erzhaufen durchbrennen will, wird frischer, durchgesiebter und angefeuchteter Erzstaub aufgetragen, um die Hitze mehr im untern Theil des Heerdes zu concentriren und das Zusammensinken der Erzmauer zu verhindern. In der ersten Periode der Arbeit, die $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden dauert, wird das oxydirte Eisen im Erz reducirt, weshalb man nur ein schwaches Gebläse anwendet, und in dem Kohlenschacht die durch das Verbrennen der Kohlen entstehenden Lücken immer wieder ausfüllt, um die Erzmauer zu unterstützen.

Wenn nach etwa 2 Stunden das Ausschmieden der Kolben von der vorigen Luppe beendigt ist, wirkt der Windstrom, der vorhin durch die im Kohlenschacht zum Ausrecken befindlichen Kolben aufgehalten ward, mehr unmittelbar auf den Fufs der Erzmauer im Heerde. Aufserdem wird nun auch noch ein stärkerer Wind angewendet, um das reducirte Eisen von der Schlacke zu scheiden. Zuvor wird alle im Heerde befindliche flüssige Schlacke, welche durch den in das Feuer gebrachten Erzstaub und durch das Ausheizen der Kolben entstanden ist, abgelassen und die ganze Erzwand der Form dadurch näher gerückt, dafs man zwischen ihr und der Fläche, welche die Windfläche begrenzt, Brechstangen niederstöfst, ohne dadurch den Zusammenhang der zusammengesinterten Erzwand aufzuheben. Sodann wird der Fufs der Wand, nämlich das untere, ganz erweichte Erz nach und nach losgebrochen und der Form genähert, wodurch die Erzwand allmälig zum Niedersinken gebracht wird. Die Arbeit geht langsam und wird so lange fortgesetzt, bis alles Erz niedergegangen ist. Häuft sich zu viel flüssige Schlacke an, welche die Einwirkung des Windes auf das reducirte Erz verhindern würde, so mufs sie aus dem Heerde entfernt werden. Diese Schlacke nähert sich in ihrer Zusammensetzung ebenfalls der eines Silicates oder einer Rohfrischschlacke, und enthält dabei um so mehr Eisenoxydul, je geringer der Mangangehalt des Erzes gewesen ist. Wird die Schlacke sehr flüssig, so hält man das Erz weiter von der Form entfernt, wird sie tief, so verfährt man umgekehrt. Bei einer zu steifen Schlacke wird auch Erzstaub ins Feuer gebracht, aber ungleich weniger als zu Anfange der Arbeit.

Das Stauberz dient weniger dazu, das Schmelzprodukt zu vermehren, als der Schlacke die gehörige Consistenz zu geben. Bei stärkerem Winde und härteren Kohlen verbraucht man weniger Stauberz als im entgegengesetzten Fall. Der erweichte Zustand des Erzes am Fufs der Erzmauer zeigt den Zeitpunkt an, wann zum Schmelzen geschritten werden mufs, wobei es aber nothwendig ist, den Kohlenschacht immer voll Kohlen zu halten, damit

die Erzwand beim Niedersinken zusammengehalten wird. Ist sie endlich ganz niedergegangen, so werden alle im Heerde zerstreuten Erztheile zusammengebracht und dem Winde ausgesetzt, worauf zum Ausbrechen des Deuls und dann zum Zerschroten desselben geschritten wird. Eine Schmelzung dauert etwa 6 Stunden, und wenn die Erze etwa zu 33 Procent ausgebracht werden, so lassen sich in gröſsern Feuern wöchentlich 70 bis 80 Ctnr. Stabeisen darstellen. Das Eisen fällt, wenigstens auf der Oberfläche, gewöhnlich hart und stahlartig aus. Wenn es die Absicht ist, Stahl darzustellen, so wird weniger Stauberz angewendet, um das beim Reduciren sich bildende Kohleneisen weniger durch oxydirtes Eisen zu zersetzen; — das Erz wird öfter und mit weniger Gewalt der Form genähert, um die Schmelzung zu befördern, ohne das reducirte Erz lange dem Winde auszusetzen; — die Schlacke wird öfter abgelassen, um die Einwirkung derselben auf das Eisen zu vermindern; — besonders aber wird die Arbeit langsamer betrieben, um das Eisen länger mit Kohlen vor dem Winde zu cementiren. Die Form erhält dabei eine noch gröſsere Neigung in den Heerd, als wenn Stabeisen angefertigt werden soll. — Es sollen bei dieser Arbeit $3\frac{1}{2}$ Pfd. Kohlen zu 1 Pfd. Stabeisen verbraucht werden. Die Anwendung der Koaks statt der Holzkohlen hat bis jetzt noch nicht gelingen wollen, wahrscheinlich weil die Hitze zu groſs ist, und weil das reducirte Eisen durch den Wind wieder verschlackt wird, vielleicht auch weil die strengflüssige Asche zu viel oxydirtes Eisen zur Verschlackung erfordert. Deshalb sind auch arme Eisenerze zur Verarbeitung wenig geeignet, weil die Beimengungen derselben nur durch oxydirtes Eisen verschlackt werden können, so daſs der gröſste Theil des Eisengehaltes der Erze dazu veranlaſst werden muſs und nicht zur Reduktion gelangt, oder vielmehr nach erfolgter Reduktion wieder zur Scheidung der Schlacke von dem wenigen regulinisch bleibenden Eisen verwendet werden muſs.

5. Die Italienische Luppenfrischerei,

welche auf der Westküste von Italien und auf der Insel Korsika ausgeübt wird, unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daſs sie die Arbeiten des Reducirens und des Schmelzens der Erze nicht unmittelbar auf einander folgen läſst, sondern sie gänzlich von einander trennt, obgleich sie beide Arbeiten auch in einem und demselben Heerde vornimmt. Sie gebraucht daher ungleich mehr Zeit und Kohlen als die Französische Luppenfrischarbeit, und diese verdient deshalb den Vorzug. Jedesmal wird so viel Erz gebraten und reducirt, als zu einem viermaligen Schmelzen erforderlich ist, so daſs diese vier Schmelzungen und die denselben vorhergehende Reductionsarbeit, jedesmal ein Tagewerk ausmachen. In 24 Stunden werden 7 bis 8 Ctnr. Erze

geröstet, gepocht, reducirt und geschmolzen. Das erste Rösten geschieht gelegentlich beim Reduciren der Erze, und die gerösteten Erze werden dann für den folgenden Tag durch Pochen vorbereitet. Der Heerd besteht aus einer mit Gestübbe ausgeschlagenen, etwa 7 Zoll tiefen, halbkreisförmigen, gemauerten Grube. Den Mittelpunkt dieses Halbkreises, dessen Halbmesser etwa 15 Zoll lang ist, bildet die Form. Zu Anfange der Arbeit wird die Grube einige Zoll hoch mit reiner Kohlenlösche angefüllt, so dafs die Form etwa 5 Zoll vom Löschboden entfernt bleibt. Dann legt man in einer Entfernung von 5 Zoll von der Form eine Schicht von 5 Zoll langen Stücken Holzkohlen, als von der Form ausgehende Strahlen, rings um dieselbe. Unmittelbar hinter dieser Schicht folgt eine mehrere Zoll breite Schicht von schon geröstetem und gepochtem Erz vom vorigen Tage, und dann kommt eine etwa 4 Zoll starke Schicht von Kohlenlösche, welche durch eine äufsere Mauer von ungerösteten Erzstücken (deren Zwischenräume statt des Mörtels mit Kohlenlösche ausgefüllt sind) eingefafst wird, um die Schicht von Kohlenlösche zusammenzuhalten. In dieser Art werden mehrere solche horizontale und hinter einander folgende Schichten von Kohlen zunächst um die Form, dann von geröstetem und gepochtem Erz, sodann von Kohlenlösche und zuletzt als äufsere Umgebung von rohen Eisenerzen senkrecht über einander aufgeführt, so dafs das ganze Gemäuer das Ansehen eines kleinen Ofens erhält, der etwa 3 Fufs hoch ist. Die Form bleibt frei und ist gegen die Querschnitte der Kohlen der innern Kohlenmauer gerichtet. Man wendet Kohlen von Kastanienholz an, und zieht die schon gebrauchten und durch Begiefsen mit Wasser schwerer zerstörbaren Kohlen den frischen vor, um die innern Kohlenkreise zu bilden. Die Zwischenräume des Kohlenschachtes werden mit Lösche ausgefüllt, damit kein unzerlegter Windstrom zum Erzstrom gelangt. Durch den engen hohlen Schacht unmittelbar vor der Form werden glühende Kohlen auf den Boden des Heerdes gebracht, und dann werden frische Kohlen darüber geworfen, worauf das Gebläse langsam angelassen wird. Die vor der Form niederbrennenden Kohlen werden sorgfältig niedergestofsen und immer wieder durch frische ersetzt, damit der vor dem Erz befindliche Kohlenschacht nicht verletzt wird. Nach einer halben Stunde ist das gepochte Erz so zusammengesintert, dafs es wie eine Mauer von selbst steht; indefs ist noch immer grofse Vorsicht nöthig, um den Kohlenschacht nicht zu verletzen, weil von seiner Erhaltung der Fortgang der Reduktionsarbeit abhängt, weshalb das Niederstofsen und Nachfüllen der verbrennenden Kohlen in dem innern Schacht vor der Form mit Sorgfalt geschehen mufs. Wenn nach 3 bis 4 Stunden das gepochte Erz reducirt ist, wird die äufsere, aus den rohen Erzen bestehende Mauer eingerissen und das nun geröstete Erz für die nächste Reducirarbeit gepocht. Alsdann wird die

äufsere Kohlenlösche weggeräumt, der innere Kohlenschacht, welcher noch unversehrt sein mufs, ausgerissen, die glühenden Kohlen werden mit Wasser gelöscht, und das reducirte Erz, welches aus regulinischem Eisen und Schlakkentheilen besteht, auf der Hüttensohle ausgebreitet und ebenfalls mit Wasser gelöscht. Sodann schreitet man zum eigentlichen Schmelzen des reducirten Erzes oder zur Anfertigung der Luppe. Der Heerd wird gereinigt, mit Kohlenlösche ausgeschüttet und bis zur Höhe von 18 Zoll über der Form mit frischen Kohlen angefüllt. Auf diesen Kohlenhaufen legt man, der Form gegenüber, einige reducirte Erzklumpen und läfst das Gebläse an. So wie die Kohlen mit dem Erz niedergehen, werden sie durch frische Kohlen und durch frische Erzklumpen ersetzt, bis man den vierten Theil der reducirten Masse verwendet hat. Bei diesem Niederschmelzen kommt nur die Schlacke in Flufs; das reducirte Eisen setzt sich auf dem Boden zu einem Frischstück an, welches von Schlacke umgeben ist, die von Zeit zu Zeit abgestochen werden mufs. Nach 4 bis 5 Stunden ist das zu einer Luppe erforderliche reducirte Erz niedergeschmolzen, worauf die Schlacke rein abgelassen und die Luppe ausgebrochen wird. Diese wird unter dem Hammer zu einem Kolben geformt, welcher bei der folgenden zweiten Frischarbeit ausgeheizt und ausgeschmiedet wird.

Man hat neuerlich bei der Rennarbeit auch erhitzte Gebläseluft und als Brennmaterial Koaks angewendet, jedoch keine genügenden Resultate erlangt.

Eben so hat man in Steiermark neuerlich auch Versuche gemacht, Stabeisen unmittelbar aus den Erzen bei Flammenfeuer darzustellen, mag dasselbe nun durch Steinkohle, Holz, Braunkohle oder Torf erzeugt werden. Die Erze (Spateisensteine) wurden geröstet, dann gepocht und gesiebt und mit 14 bis 20 Procent Kohlenlösche auf den Heerd des Flammofens getragen. Die Möglichkeit des Gelingens dieser Versuche bleibt noch in Aussicht gestellt. Auch kann diefs Pulver beim Puddelprozefs mit Vortheil zugesetzt werden.

Zugutemachung der Stabeisenabgänge und des alten Stabeisens.

Bei der Verarbeitung des Stabeisens zu Blechen, Draht, Nägeln, Schaufeln und andern Fabrikartikeln fallen viele Abgänge ab, welche für sich nicht benutzt werden können, sondern wieder zu einer Masse vereinigt werden müssen, um diese wieder zu Stäben ausstrecken zu können.

An mehreren Orten wird auch das alte Stabeisen gesammelt und von den Fabrikbesitzern angekauft, um es zu Stäben umzuarbeiten. Die Benutzung der Abgänge und des alten Eisens findet entweder durch wirkliches Umschmelzen in Heerden bei Holzkohlen oder durch blofses Zusammen-

schweifsen in Paquete (Ramasse, daher in Frankreich auch das aus altem Eisen etc. zusammengeschweifste Eisen Ramasseisen genannt wird) zusammengelegtes Eisen statt. Das letzte Verfahren ist das zweckmäfsigere. Durch das Umschmelzen in Heerden wird das Stabeisen in den roheisenartigen Zustand zurückgeführt und erleidet daher einen grofsen Gewichtsverlust, erfordert auch viele Holzkohlen. Gewöhnlich wendet man dabei auch zugleich Roheisen an und verbindet die Benutzung des alten Eisens und der Eisenabfälle mit der Roheisenfrischarbeit. An einigen Orten sucht man Eisenabfälle in dem Augenblicke, wenn die Luppe im Frischheerde gaar eingegangen ist, an die Luppe anzuschweifsen. Dieses Verfahren ist zwar sehr gut, weil es wenig Eisenverlust und Kohlenverbrauch nach sich zieht; allein es gestattet keine grofse Ausdehnung, weil jedesmal nur eine geringe Menge in den Heerd gebracht werden kann. Ungleich empfehlenswerther ist das Verfahren, das alte Eisen und die Eisenabfälle bei dem Frischprozesse in Flammöfen in dem Augenblicke auf den Flammenheerd zu bringen, wenn das Feineisen sich zu erweichen anfängt, worauf noch einmal starkes Feuer gegeben und dann zum Zertheilen, Aufbrechen, Kehren und Wenden des eingeschmolzenen Eisens geschritten wird. Zu einer solchen Anwendung ist aber nicht immer Gelegenheit vorhanden, und man ist häufig auf die Benutzung des alten Eisens durch Zusammenschweifsen beschränkt. Dieses geschieht jetzt in England in den, oben bei der Südwalliser Frischarbeit erwähnten Schweifsöfen, die mit Koaks geheizt werden, und denen die zur heftigen Verbrennung erforderliche Luft durch ein Gebläse zugeführt wird. Das Zusammenbringen der Eisenabfälle in Paquete erfordert indessen einige Uebung; auch müssen sie immer so fest als möglich durch Blechstreifen oder eiserne Bande zusammengebunden werden. Die fertig gebundenen Paquete kommen zuerst in den zum Ausglühen bestimmten Raum, werden dann auf gebreitete Eisenstangen gelegt und mit denselben in den Schweifsofen gehoben.

Benutzung der Eisenfrischschlacken.

Die Eisenfrischschlacken sind reicher als die rohesten Eisenerze, denn sie enthalten 40 bis 50 Procente Eisen. Weil beim Verfrischen von 100 Theilen Roheisen wenigstens 30 Theile Schlacken abfallen, die bei dem Frischprozesse nicht wieder benutzt werden können, so gehen von dem Roheisen, welches dem Frischprozesse übergeben wird, wenigstens 15 Prozent Eisen ganz verloren. Berechnet man diesen Verlust auf die vielen Hunderttausende von Centnern Roheisen, die jährlich verfrischt werden, so mufs der jährliche Verlust an Eisen in den Frisch- und Luppenschlacken sehr bedeutend erscheinen. Man ist schon längst darauf aufmerksam geworden, die Frischschlacken zu benutzen; allein der Erfolg hat den Erwartungen nicht ent-

sprochen, weil ungleich ärmere Eisenerze ungeachtet der Gewinnungskosten, die sie veranlassen, doch mit gröfserm Vortheil, d. h. mit einem ungleich geringern Kohlenverbrauche, verarbeitet werden konnten, als die reichern und fast kostenlosen Frischschlacken. Die Benutzung in den Rennheerden fiel wegen des geringen Ausbringens an Eisen aus den Schlacken und wegen des aufserordentlich grofsen Kohlenverbrauchs so unvortheilhaft aus, dafs man auch an den wenigen Orten, wo man die Benutzung versuchte, sehr bald wieder davon abstand. Eine Erhöhung der Heerde und eine Art von Stückofenwirthschaft gab eben so ungünstige Resultate, obgleich noch jetzt in Schweden sogenannte Schlackenöfen vorhanden sind, welche aus einem gewöhnlichen, mit Kohlenlösche ausgeschlagenen Heerde (Luppen- oder Rennheerde) bestehen, auf welche ein kleiner, 6 Fufs hoch gemauerter Schacht gestellt ist. In diesem Ofen wird die Schlacke bei einem sehr reichlichen Verhältnifs zu den Kohlen niedergeschmolzen und die auf dem Boden des Heerdes sich bildende Luppe vorn auf der Arbeits- und Schlackenseite des Heerdes ausgebrochen. Der gröfste Theil der Frischschlacke wird aber als solche wieder abgestochen und aus der Schlackenöffnung wieder abgelassen, indem das Eisen nicht zur Reduktion gelangt.

Ein anderer Umstand, welcher der allgemeinen Benutzung der Frischschlacke hinderlich ist, besteht darin, dafs sich in derselben der gröfste Theil des Phosphorgehalts des Roheisens, bei dessen Verfrischung die Frischschlacke entstanden ist, als Phosphorsäure in Verbindung mit dem oxydirten Eisen ansammelt.

Diese Verbindung der Phosphorsäure mit dem oxydirten Eisen gelangt ungleich leichter zur Reduction als das mit der Kieselerde verbundene oxydirte Eisen. Deshalb wird man auch von den Frischschlacken als Zusatz zur Beschickung beim Betriebe der Schmelzöfen nur mit grofser Vorsicht Gebrauch machen können. Wo das Roheisen zu Gufseisenwaaren angewendet wird, fällt dieses Hindernifs jedoch weg. Die einzige vortheilhafte Art, den Frischschlacken den Eisengehalt zu entziehen, besteht nämlich darin, sie bei dem Betriebe der Schmelzöfen mit in die Gattirung zu bringen, zugleich aber auch die Beschickung strengflüssiger zu machen. In niedrigen Oefen wird aber dennoch die Reduction des oxydirten Eisens in den Frischschlacken sehr unvollkommen geschehen, und es wird ein grofser Theil des oxydirten Eisens in die Hohofenschlacke übergehen, so dafs bei dem gaarsten Gange dunkel gefärbte Schlacken und weifses Eisen entstehen können. Nur in hohen Schmelzöfen und bei strengflüssigen Beschickungen wird es möglich sein, den Eisenfrischschlacken den Eisengehalt abzugewinnen; indessen scheint mit der Benutzung derselben doch kein wesentlicher Vortheil verbunden zu sein, besonders wenn das Roheisen zum Verfrischen bestimmt ist,

und man daher darauf Rücksicht zu nehmen hat, nicht mehr Phosphor in das Roheisen zu bringen, als die Eisenerze selbst schon enthalten. Die Leichtflüssigkeit der Schlacken steht mit der Reducirbarkeit des an Kieselerde gebundenen oxydirten Eisens in einem so ungünstigen Verhältnisse, dafs sich daraus das unvortheilhafte Verhalten der Eisenfrischschlacken in niedrigen Oefen und bei nicht absichtlich darauf eingerichteten Beschickungen sehr leicht erklärt.

Verbesserung des roth- und des kaltbrüchigen Eisens.

Der Roth- und der Kaltbruch des Eisens rühren in den meisten Fällen von Schwefel und Phosphor her (S. 33 etc.), weshalb sich die Maafsregeln zur Verminderung dieser sehr nachtheiligen Fehler nur auf die Anwendung solcher Mittel beziehen können, wodurch die genannten Stoffe entweder schon beim Hohofenprozefs in die Schlacken geführt oder beim Frischprozefs durch Verschlackung abgesondert werden. Der Phosphorsäuregehalt der Erze läfst sich durch den Hohofenbetrieb nicht vermindern, indem sich derselbe als Phosphor mit dem Roheisen verbindet, ohne dafs eine Spur in die Schlacke übergeht.

Schwefelhaltige Erze müssen mit Sorgfalt geröstet, lange an der Luft liegen und dann beim gaarsten Gange des Ofens verschmolzen werden. Der Schwefel kann dadurch als Schwefelsäure entfernt und der Frischprozefs kann durch das Weifsmachen des Roheisens abgekürzt werden. Erze, die sich durch diese Mittel nicht verbessern lassen und auch dann noch kein Stabeisen ohne Rothbruch liefern, lassen sich zur Heerdfrischerei gar nicht benutzen, indem diese überhaupt nicht zur Abscheidung des Schwefels geeignet ist. Besonders läfst sich bei Gyps- und Schwerspath enthaltenden Erzen der Fehler des Rothbruchs nur schwer oder gar nicht heben.

Wiesenerze, welche kaltbrüchiges Eisen liefern, müssen zuweilen gewaschen, um den Sand fortzuschaffen, dann an der Luft getrocknet und durchgesiebt werden, ehe sie zum Verschmelzen kommen.

Soll aus grauem phosphorhaltigen Roheisen in Heerden ein brauchbares Roheisen dargestellt werden, so mufs man es ohne alle gaarende Zuschläge bei rohem Gange behandeln, 3 bis 10 Procent Pulver von reinem Kalkstein sogleich nach dem ersten Rohaufbrechen auf das Eisen streuen und damit bis zum dritten oder vierten Aufbrechen fortfahren. Jedoch ist diefs Mittel sehr kostbar und nicht immer wirksam. Es ist daher am besten, solches Roheisen zu Gufswaaren zu benutzen, wozu es sehr zweckmäfsig ist.

Im Flammofen wird dagegen der Phosphor- und Schwefelgehalt des Roheisens weit besser und ökonomisch vortheilhafter abgesondert, indem hier das Eisen mit der Kohle nicht in Berührung kommt. Ein vorzügliches Mittel zur Verminderung des Phosphorgehalts, schon vor dem Verfrischen, besteht

in dem Weifsmachen des Roheisens, und geschieht diefs auf dem Heerde eines Flammofens, unter hinzugeführtem heifsen Winde, so wird auch ein grofser Theil des Schwefelgehalts abgesondert. Graues Holzkohlenroheisen giebt aber auch bei der Schlackenfrischarbeit ein mittelmäfsig gutes Stabeisen, besonders wenn bei der Raffinir- und Schweifsarbeit Vorsicht angewendet wird.

Man hat verschiedene Mittel vorgeschlagen, durch deren Zusatz eine Verbesserung des Eisens durch vollständigere Absonderung des Schwefels und Phosphors zu erwarten sein soll. Es sind diefs Alkalien, Kalk, Braunstein, Kochsalz, Salpeter etc., und man hat durch dieselben recht gute Wirkungen erlangt. Dieselbe besteht darin, dafs sie eine starke Luftentwickelung veranlassen, die Absonderuug der Schlacke vom Eisen befördern und die Güte des Eisens verbessern, indem sich der Schwefel- und der Phosphorgehalt verschlackt. Man streuet diese Mittel, in kurzen Zwischenräumen nach erfolgtem Einschmelzen, in Pulverform auf das Eisen und rührt es mit dessen und der Schlacke flüssiger Masse durch.

III. Die Verfeinerung des Stabeisens.

Die Dimensionen, nach welchen das Stabeisen aus den Frischhütten abgeliefert wird, sind in verschiedenen Ländern und nach den verschiedenen Frischmethoden verschieden. Wird die Streckarbeit nicht unter Hämmern, sondern unter Walzwerken verrichtet, so trennt man die Bereitung des Eisens nach gröbern und nach feinern Dimensionen, weil die feinen Eisensorten eine andere Behandlung unter den Walzwerken verlangen, und weil es beim Puddelfrischen theils nicht rathsam, theils nicht ausführbar sein würde, die Rohschienen in einer Hitze zu raffiniren und zu den feinsten Dimensionen auszustrecken.

Mag nun die Bereitung der feinern Eisensorten unter Hämmern oder Walzwerken geschehen, so unterscheidet man doch immer Quadrateisen, flaches Eisen, Rundeisen und Façoneisen. Die Beschaffenheit der drei ersten Sorten erklärt sich von selbst, das Façoneisen aber kann im Querschnitt sehr verschiedenartige Flächen zeigen, wie es der Bestimmung, die das Eisen erhalten soll, angemessen ist; jedoch wird solches Eisen gewöhnlich nur auf besondere Bestellung angefertigt.

Je feiner die verlangten Sorten sind, um so gröfser ist der zum Schmieden erforderliche Zeit-, Eisen- und Kohlen-Aufwand und desto geringer die wöchentliche Production. — Es werden die feinern Eisensorten stets aus gröbern dargestellt, und zwar gewöhnlich in besondern Hütten und nach ihrer Form erhalten sie besondere Namen. Quadratische und runde Stäbe, bis zu einer Stärke von 3 Linien, nennt man Reckeisen, das oft nur $\frac{1}{4}$ Zoll

breite und 1 bis 2 Linien dicke, flache Eisen Bandeisen und das feine Quadrateisen mit eingekerbten Kanten Kraus- oder Zaineisen. Die Anwendung des letztern ist jedoch jetzt durch das bequemer zu gebrauchende Schneideeisen sehr beschränkt. — Aufser diesen Stäben von geringen Dimensionen erstreckt sich die Verfeinerung des Eisens in den hüttenmännischen Werkstätten auch noch auf die Draht- und Blechfabrikation.

A. Anfertigung der feinern Eisensorten.

a. Unter Hämmern.

Die zum Ausstrecken des Eisens angewendeten leichten Hämmer sind gewöhnlich Schwanzhämmer, die dritte Sorte von Hämmern, von denen wir die beiden erstern schon weiter oben betrachteten. Fig. 103. (Taf. IX.) ist der Längendurchschnitt von einem gewöhnlichen Schwanzhammergerüst. Das Aufschlagen der Daumen *c* der Radwelle *A* geschieht auf der dem Hammer *F* entgegengesetzten Seite des Hammerhelms *B*. Auf der Welle *A* ist nämlich der eiserne Kranz *b* vermittelst hölzerner Keile *a a* befestigt, und in diesem sind wiederum die Daumen *c* eingekeilt, welche auf das Schwanzende des Hammerhelms *B* drücken. Der letztere ist in der Hülse *C* eingekeilt, deren Zapfen in Lagern liegen, welche gegen die Säulen *D* drücken und an den Querriegeln *E* angekeilt werden. Vorn an dem längern Ende des Helms ist der Hammer *F* aufgekeilt; eben so der Ambofs *G* in dem Hammerstock *H*. Um das rasche Niederschlagen des Hammers auf den Ambofs zu bewirken, schlägt der Ring *d* auf das Eisenstück (Preller) *e*, welches auf dem Holze (Prellklotz) *n* liegt, so dafs durch die Elasticität dieser Stücke und des Hammerhelms der Hammer mit der Geschwindigkeit, mit welcher er aufschlägt, zurückgeworfen wird.

Man unterscheidet nach der Sorte des zu schmiedenden Eisens Reck-, Band- und Zainhämmer. Es ist bei den meisten dieser Hämmer die Einrichtung getroffen, dafs die Bahnen im Hammer und im Ambofs, zwischen denen das Schmieden geschieht, durch Gesenke eingelassen sind, also jederzeit schnell eingesetzt und wieder herausgeschoben werden können. Daher läfst sich dem Eisen, unter einem und demselben Hammer, eine sehr verschiedenartige Gestalt geben, je nachdem man die Gesenke im Hammer und im Ambofs verändert. Runde Stäbe würden z. B. eine cylindrische Aushöhlung der Gesenke, im Hammer und Ambofs, halbrunde eine cylindrische Aushöhlung des einen von beiden Gesenken, verlangen etc.

Je schmaler die Bahnen des Ambosses und des Hammers sind, desto stärker reckt und streckt der Hammer das darunter zu verarbeitende Eisen

und desto mehr wird die Arbeit gefördert. Jedoch dürfen die Bahnen, mit Ausnahme des Krauseisens, nicht schmäler sein, als die Stärke des Reckeisens selbst beträgt, weil sich die dünnen Stäbe sonst nicht sauber abschlichten lassen würden. Band- und Reckeisen mufs möglichst scharfe und vollkommen rechte Winkel mit einander bildende Flächen haben.

Die Hammer- und Ambofsbahnen müssen aus gutem, nicht zu hartem, aber gut gehärtetem Stahl bestehen und die gegen einander wirkenden Flächen gut abgeschliffen sein. Je rascher der Gang des Hammers ist, desto mehr wird die Arbeit beschleunigt, desto längere Enden kann der Schmied bei einer Hitze ausrecken, desto weniger brauchen die Stäbe wiederholt gewärmt zu werden, desto geringer sind also Eisenverbrand, Zeit- und Kohlenaufwand. Die Hülsen des Hammers dürfen nicht zu kurz sein, um dessen Bahn recht genau auf die Hammerbahn stellen zu können. Das Verhältnifs der beiden Hebelsarme macht man nicht gern gröfser, als 6 zu 1, weil man dem Hammer sonst keine genaue Stellung geben kann. Die nöthige Geschwindigkeit sucht man lieber durch gröfsere Wellkränze, welche die Hebedaumen enthalten, zu erreichen.

Das Wärmen des Materialeisens geschieht, da man sich bei der Langsamkeit des Ausreckens unter dem Hammer der Flammöfen zum Glühen nicht mit Vortheil bedienen kann, gewöhnlich in einer Schmiedeesse bei Holz- oder Steinkohlen, oder auch wohl bei guten Torfkohlen. Man führt den Wind, dessen Erhitzung sehr zu empfehlen ist, am besten durch mehrere Formen in den Heerd. Dieselbe hat in der Rückwand eine Oeffnung, welche dazu dient, um Raum für lange Stäbe zu erlangen. Man giebt den Eisenstäben eine Unterlage von gufseisernen Stäben und schliefst den Glühraum über den Formen, der Kohlenersparung wegen, auch wohl mit einem Gewölbe. Da das Eisen nicht bis zur Schweifshitze erhitzt zu werden braucht, so wird bei einiger Vorsicht kein Eisen verschlackt, sondern der ganze entstehende Gewichtsverlust rührt blos von dem Glühspahn her.

Statt der Heerde mit Gebläse bedient man sich auch sehr vortheilhaft backofenartiger Glühöfen, welche mit einem Rost versehen sind, auf welchem die Kohlen durch schwachen natürlichen Luftzug in Glut erhalten werden. Das bis zur starken Rothglühhitze zu erhitzende Eisen wird unmittelbar auf die Kohlen gelegt. Wendet man Steinkohlen an, so läfst man diese vor dem Einbringen des Materialeisens erst abflammen.

Ein einfach besetzter Hammer erfordert einen Schmied und einen Zuwärmer, welcher letzterer ein erfahrener Arbeiter sein mufs, da die Stäbe weder zu stark noch zu wenig erhitzt, nicht dem Winde ausgesetzt werden müssen und stets auch nur ein Stab auf einmal die nöthige Temperatur erhalten mufs, die in einem Mittel zwischen Roth- und Weifsglühhitze besteht,

welches nur ein geübtes Auge genau treffen kann. Die Kohlen dürfen weder zu dicht noch zu locker liegen.

Das Materialeisen (Prügel-, Zagel-, Knoppereisen genannt) besteht gewöhnlich aus 3 Fuſs langen und $\frac{5}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Quadratstäben, welche zuerst in der Mitte und dann an den beiden Enden ausgeglüht und ausgereckt werden. Zuweilen erhält aber auch jeder Stab noch mehr als drei Hitzen. Der Schmied sitzt auf einer beweglichen Bank quer gegen den Hammer und faſst das Eisen anfänglich mit einer Zange, dann aber mit den Händen an. Im Feuer befinden sich stets 5 bis 6 Stäbe zu gleicher Zeit zum Wärmen. Nach mehrstündigem ununterbrochenen Schmieden wird eine Pause gemacht, in der man die geschmiedeten Stäbe untersucht, schiefrige Stellen zu verbessern sucht, etc. — Feinere Eisensorten werden in Bunden von gewissem landesüblichen Gewicht mittels eiserner Bänder zusammengebunden.

Der Brennmaterialienverbrauch auf 1 Centn. Reckeisen besteht aus 8 Kubikfuſs Holz- oder höchstens 1 Kubikf. Steinkohlen, oder 8 Kubikf. Torfkohle. Der Eisenabgang soll nie mehr als 5 Proc. betragen, beschränkt sich bei groben Sorten aber auch auf nur $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Procent. Die Gröſse der wöchentlichen Production richtet sich nach der Sorte des anzufertigenden Reckeisens, und beträgt unter günstigen Umständen bei einem einfach besetzten Hammer 36 und bei einem doppelt besetzten 60 Centner.

b. Anfertigung der feinern Eisensorten unter Walzwerken.

Diese hat groſse Vortheile gegen die Fabrikation unter dem Hammer, deren hauptsächlichste darin bestehen, daſs ein Stab in einer Hitze ausgereckt werden kann, wodurch an Brennmaterial erspart und Eisenabbrand vermieden wird, daſs man ferner weit egalere Stäbe erhält, und endlich, daſs die Fabrikation in einer gewissen Zeit weit bedeutender als unter dem Hammer ist.

Man wendet zur Anfertigung der feinern Eisensorten die Feineisenwalzwerke an, die wir schon weiter oben mit den andern Stabeisenwalzwerken kennen lernten. Diese Eisensorten sind Flacheisen (Bandeisen), Quadrat- oder Vierkanteisen (Reckeisen) und Rundeisen. Quadrateisen von einer geringern Stärke als $\frac{1}{4}$ Zoll wird nicht mehr unter Quadrateisen-Walzwerken ausgestreckt, sondern aus breiten oder flachen Eisenstäben unter den sogen. Schneidewerken gespalten oder geschnitten. Eben so wird Rundeisen von einem geringern Durchmesser als $\frac{1}{4}$ Zoll nicht mehr unter dem Rundeisenwalzwerk ausgewalzt, sondern durch Oeffnungen von dem vorgeschriebenen Durchmesser, welche in einer Stahlscheibe, dem Zieheisen, angebracht sind, zu Draht gezogen. Geschnittenes Eisen ist daher das feinste Quadrat-, und Draht das feinste Rundeisen. Flache Eisenstäbe, deren Länge nicht mehr in solchem Verhältniſs zu ihrer Breite steht, daſs dadurch der gewöhn-

ache, mit einem Stabe verbundene Begriff gerechtfertigt wird, nennt man Blech, obgleich es Sorten desselben giebt, die weit stärker sind, als flache Eisensorten.

Nur bei der Darstellung des Bandeisens wendet man eigenthümliche Einrichtungen der Walzwerke an, und giebt den Walzen auch eine geringere Umlaufsgeschwindigkeit, als die gewöhnliche für Feineisen. Flache Eisensorten, bis zu einer Stärke von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien, werden unter den Feineisenwalzen dargestellt, unter denen auch das feinste Quadrat- und Rundeisen angefertigt wird.

Die Gränze, bis zu welcher die verschiedenen Eisensorten unter den Grob- oder unter den Feineisenwalzwerken dargestellt werden, ist ziemlich willkührlich, und hängt hauptsächlich von der Güte und Beschaffenheit des Eisens ab, indem sich gutes Eisen bei einem schnellern Umlauf der Walzen ausstrecken läfst ohne zu zerreifsen. Man wird sich daher zur Beschleunigung der Streckarbeit vorzugsweise der schneller umlaufenden Feineisenwalzen bedienen. — Werden die feinen Eisensorten aus Kolben (starken Quadratstäben) durch blofses Ausstrecken angefertigt, so geschieht diefs unmittelbar unter den Feineisenwalzen, indem man die Kolben zuerst vorstreckt und dann vollendet. Soll aber das Feineisen aus geschweifsten und zu raffinirenden Schienen vom Grobeisenwalzwerke fabricirt werden, so bedient man sich der mit quadratischen Kalibern versehenen Vorbereitungswalzen des Grobeisenwalzwerks und bringt dann die erhaltenen Kolben sogleich unter die Vorbereitungs- und dann unter die Vollendungswalzen des Feineisenwalzwerks. Jedoch sind in der Regel die Vorbereitungswalzen der Feineisenwalzwerke schon mit so grofsen Kalibern versehen, dafs sie die Vorbereitung der Paquete gestatten.

Die Klein- und Feineisenwalzwerke müssen sorgfältig ausgeführte und gestellte Kaliber haben, die Walzen kleiner sein (Durchmesser von 10 bis 12 Zoll), die Gerüste müssen eine bewegliche Kappe, sorgfältig angebrachte Leitungen zum Durchführen der Stäbe, gute Abstreichvorrichtungen und eine bedeutend gröfsere Geschwindigkeit der Walzen haben. Auch wendet man häufig drei über einander liegende Walzen (Fig. 100.), jedoch gewöhnlich nur zur Anfertigung des Reck- und nicht des Flacheisens, an. Ihre Umlaufsgeschwindigkeit beträgt 130 bis 200 Umdrehungen.

Die Fig. 106. u. 107. (Taf. IX.) geben erstere eine geometrische Ansicht eines Feineisenwalzwerks zur Verarbeitung von Kolben, letztere die Seitenansicht eines Ständers, des Fundaments etc. *Z* ist ein gemauertes Fundament, in welchem die eiserne Platte *yy* eingelassen ist. Auf das Gemäuer werden die Schienen *tt* aufgelegt und mittels der Bolzen *ll* an die untere Platte *yy* befestigt. Auf diese Schienen werden die Ständer *dd* gestellt und

mittels der starken Klammern *ss* so fest aufgeschroben, dafs sie unbeweglich sind. Da man die Walzen zuweilen auswechseln, z. B. bei dem vorliegenden Walzwerk die Rundeisenwalzen *o* mit Quadrateisenwalzen vertauschen mufs, so ist es nothwendig, dafs die Ständer leicht losgemacht und verschoben werden können. In diese Ständer wird die kupferne Pfanne *b* eingelegt, damit sich nicht Eisen auf Eisen reibt, und in dieser ruht der Zapfen *r* der untern Walze *u'*; auf dieser ruht die obere Walze *u*, welche mit ihren beiden Zapfen ebenfalls in einer kupfernen oder broncenen Pfanne *c* läuft, die in das Eisenstück *f* eingelegt ist. Dieses Stück wird von den Stangen *xx*, welche durch Schrauben in die Höhe gezogen werden können, getragen, und durch die starke Schraube *o* mit einem Schlüssel so gestellt, dafs die Walze nicht in die Höhe gehoben werden kann. Die untere Walze ist mit der obern durch die Getriebe *ee* verbunden, so dafs beide genau dieselbe Geschwindigkeit haben. Die Verbindung der Walzen *o* mit diesen Getrieben, und der Walzen *u* mit den Walzen *o*, die sogen. Kuppelung, wird durch die Muffen *i* bewirkt, welche über die Reifen der Verbindungsstücke herübergeschoben werden können; damit sich aber diese nicht verschieben, haben die Verbindungsstücke und die Muffen jede ein Loch, durch welche ein eisernes Splett gesteckt wird. Zur gleichförmigen Bewegung des Walzwerks, welches, wie Fig. 104. zeigt, ein Gerüst für Rundeisen *o* und ein anderes für Flacheisen *u* hat, dient das Schwungrad *B*, und die Bewegung wird hier durch das mittelschlächtige Wasserrad *A* bewirkt, welches aus Gufs- und Stabeisen und Blech besteht, und dem das Wasser durch den Schütz *C* zugeführt wird. Der eine Kranz des Rades ist verzahnt und greift in das Getriebe *a*, welches mit dem Schwungrade und der untersten Welle an einer Axe sitzt.

Will man flaches Feineisen aus Kolben oder Paqueten anfertigen, so wird das im Glühofen weifsglühend gemachte Eisen zuerst unter die Vorbereitungswalzen gebracht und unter denselben durch die verschiedenen Kaliber bis zu der Stärke der Quadratstäbe ausgestreckt, welche der Dimension der Breite des flachen Stabes entspricht. Darauf wird er durch die verschiedenen flachen Kaliber von der entsprechenden Breite geführt, bis er die verlangte Stärke erlangt hat.

Bei der Anfertigung des feinen Quadrateisens und des Vierkant-Reckeisens mufs man, wenn sehr feine Dimensionen verlangt werden, die Kaliber in zwei Walzenkörpern vertheilen, also zwei Walzgerüste anwenden, von denen das erste die gröbern (vorbereitenden) und das zweite die feinern (vollendenden) Kaliber enthält.

Bei der Anfertigung des Rundeisens wird entweder das weifswarme Eisen durch Quadratkaliber von abnehmender Gröfse so lange durchgeführt, bis die Diagonale des Quadratstabes gleich dem Durchmesser des Rundstabes ist, wor-

auf man jenen zuerst durch ein ovales und dann durch das verlangte Rundkaliber gehen läfst; oder das vorbereitete Quadrateisen wird so lange durch abnehmende kreisrunde Kaliber geführt, bis es den verlangten Durchmesser erhalten hat. Die erste Methode ist die schnellste und giebt gute Stäbe, allein es macht Schwierigkeiten, das Verhältnifs des ovalen zum kreisrunden Kaliber gut zu treffen; bei der zweiten erhält man gewöhnlich keine saubern und von Nähten ganz freien Rundstäbe, auch erfordert sie mehr Zeit als die erstere.

Sechs- und achtkantige Stäbe werden in Quadratkalibern vorgewalzt, und dann in die entsprechenden, abnehmend grofsen Kaliber geführt, die, eben so wie die vierkantigen und runden, zur Hälfte in den untern und zur Hälfte in den obern Walzen eingedreht sind, so dafs die Linie, in welcher sich beide Walzen berühren, einen von den grofsen Durchmessern des Polygons bilden.

Die bei der Feineisen-Fabrikation angewendeten Glühöfen sind dieselben wie die bei der Darstellung des gröbern Eisens gebräuchlichen. Wendet man aber nur Kolben an und besteht sie in einer blofsen Ausstreckarbeit, so haben die Oefen höhere Feuerbrücken mit schwächerem Zug und eine Sohle von feuerfesten Ziegeln, da man nur eine schwache Weifsglühhitze hervorzubringen braucht. — Das Eisen wird in allen diesen Glüh- und Schweifsöfen auf steinerne oder schmiedeeiserne Unterlagen gelegt, damit es auch von unten erwärmt werden kann, und vor dem Einlegen des Eisens mufs der Ofen vollkommen warm sein.

Die Gröfse der wöchentlichen Production hängt von den Dimensionen des Eisens ab; bei zwei mit einander verbundenen Walzgerüsten kann man 1300 bis 1400 Centn. feines Stabeisen, 1000 bis 1100 Centn. grobes Reckeisen und 350 bis 400 Centn. feines Reckeisen von allen Kalibern anfertigen. — Der Eisenabgang beträgt beim Ausstrecken fertiger Kolben oft nur 3 bis 4, beim Raffiniren und der Schweifsarbeit aber 8 bis 9 Proc. — Der Steinkochlenverbrauch ist bei der einfachen Streckarbeit zu 0,75 und bei der Schweifsarbeit zu 0,9 Kubikfufs für 100 Pfund fertiges Product anzunehmen. Holz und Torf können sehr gut zum Wärmen angewendet werden.

Bandeisen wird stets aus fertigen Kolben, oft aber auch aus Flachstäben bereitet, welche fast eben so breit als das anzufertigende Product sind, so dafs sie unter den Bandeisenwalzen nur ausgestreckt zu werden brauchen. Kolben müssen erst unter Walzen mit flachen Kalibern vorbereitet werden, ehe sie durch die Bandeisenwalzen geführt werden. Diese letztern sind ganz glatt, ohne alle Kaliber, aber hartgegossen (S. 300). Es sind gewöhnliche Ständegerüste mit zwei, selten mit drei Walzen, mit Vorrichtungen zum Durchführen der Eisenstäbe, damit nicht immer dieselben Stellen der Walzenfläche von dem Eisen

getroffen werden. Begriffe von solchen Bandwalzwerken geben die Fig. 104 und 105., welche weiter unten bei dem Schneideeisen näher erklärt werden, und auch *K*, Fig. 100. Um dem Eisen eine reine, glatte und saubere Oberfläche zu geben, ist es nothwendig, eine Vorrichtung zum Abschaben des Glühspahns anzubringen, welche in demselben Augenblick die Oberfläche des Stabes reinigt, wo dieser die Walzen verläſst. Besondere Abstreifer sind dann überflüssig. Zuweilen wird der Stab mehrmals durch die Walzen geführt und nachdem er vollendet, auf einer Platte gerade gerichtet. — Die Walzen sind 12 bis 13 Zoll stark, machen 40 bis 60, nur in seltnen Fällen, bei sehr gutem Eisen, bis 80 Umgänge in der Minute, und die Entfernung der beiden Walzen von einander, welche die Stärke des Bandeisens bestimmt, wird durch die gewöhnlichen Schrauben regulirt.

Zum Wärmen wendet man die gewöhnlichen Glühöfen an, allein da nur eine schwache Weiſsglühhitze erforderlich ist, so erhalten sie eine kleinere Rostfläche, eine engere Fuchsöffnung und eine höhere Feuerbrücke als gewöhnliche und des bequemern Einlegens des Eisens wegen wird die Einsetzthür gewöhnlich der Feuerbrücke gegenüber angebracht. Sehr zweckmäſsig wendet man auch die schon oben erwähnten Glühöfen an, bei denen das Materialeisen unmittelbar auf glühende Kohlen gelegt wird.

Die fertigen, 18 bis 20 Fuſs langen Stäbe werden gewöhnlich einmal umgebogen und kommen in Bunden von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Centner in den Handel. — Der Eisenabgang beträgt an 5 Procent und steigt bei mangelhaftem Glühen bis zu 8 Procent. Der Steinkohlenverbrauch beträgt 0,5 bis 0,6 Kubikfuſs auf 100 Pfund.

B. Anfertigung des Schneideeisens.

Da Material für die Schneidewerke ist flaches Eisen, weil Quadrateisen eine zu langdauernde Vorbereitung erfordern würde, so daſs die zu zerschneidenden Plattinen zu sehr abgekühlt werden würden. Das flache Eisen hat gewöhnlich schon beinahe die Breite, mit welcher die Plattinen unter das Schneidewerk kommen, allein es ist dicker und wird unter Flachwalzen bis zu der Stärke ausgestreckt, welche das darzustellende geschnittene Eisen erhalten soll. Wenn man nicht ein Bandeisenwalzwerk zum Ausstrecken der Flachstäbe zu Plattinen anwenden kann, so muſs jedes Schneidewerk aus einem Ausstreckwerk und dem eigentlichen Schneidewerkgerüst bestehen. Das Ausstreckwerk (Espatard) ist ein einfaches, aus zwei glatten Walzen bestehendes Gerüst, welches ganz wie ein Bandeisenwalzwerk construirt ist, aber weder der Durchführ- noch der Abschabvorrichtungen bedarf.

Ein solches Streckwerk ist in den Fig. 104. u. 105. dargestellt. *C* ist die Welle, welche es mit der Bewegungsmaschinerie verbindet; *AA'* sind

die Getriebe und *BB'* die beiden Walzen. Das Uebrige wird aus den Figuren selbst deutlich. Dieses Ausstreckwerk ist nun mit dem Schneidewerke an eine und dieselbe Welle gekuppelt und beide haben gleiche Geschwindigkeit, die sich auf 45 bis höchstens 80 Umdrehungen in der Minute beläuft. Der Durchmesser der Walzen beträgt 10 bis 12 Zoll.

Je gröfser die Anzahl der Stäbe ist, in welche die ausgewalzte Plattine zerschnitten werden soll, desto breiter mufs dieselbe sein und desto mehr Schneiden oder Scheiben mufs das Schneidewerk haben; jedoch lassen sich viel Schneiden nur schwierig feststellen, weshalb man deren Zahl gewöhnlich auf fünf beschränkt.

Ein Schneidewerk, von dem die Fig. 93., 94. und Fig. 108 bis 110. Darstellungen geben, und zwar die Fig. 93. und 94. in Verbindung mit andern Walzwerken, Fig. 108. eine geomesrische Ansicht einer Garnitur Schneiden nebst Zubehör, Fig. 109. eine Seitenansicht des Ständergerüstes, und Fig. 110. eine geometrische Ansicht des ganzen Schneidewerks von vorn, hat folgende Einrichtung: *B* und *E* sind die Zapfen zweier Spindeln oder Wellen, welche in Pfannen ruhen und durch den Zapfen *B* mit dem Motoren in Verbindung stehen. Durch die Getriebe *CC* wird die Bewegung der einen Welle der andern ganz gleichmäfsig mitgetheilt. Auf jeder Spindel ist ein Vorsprung *c* vorhanden, welcher abgedreht ist und an den man die Schneiden *A* und die Mittelscheiben *A'* schiebt. Die Spindel besteht aus Schmiedeeisen, die Schneiden und Mittelscheiben auch, jedoch sind die Schneiden stark verstahlt. Beide müssen von gleicher Stärke und so sorgfältig abgedreht sein, dafs sie genau aneinander passen. In die Spindel wird eine Rinne eingehauen, denen ähnliche in den Schneiden und Mittelscheiben entsprechen, in welche man eine Feder *u* einsteckt, so dafs sie sich nicht auf der Welle herumdrehen können. Damit sie sich nicht auf der Seite verschieben, wird die Scheibe *d* mit den Schrauben *e*, deren Muttern an der Spindel befestigt sind, zusammen- und an *c* angedrückt. Wenn der Durchmesser der Schneiden 10 bis 12 Zoll beträgt, so ist der der Mittelscheiben 6 bis 8 Zoll, und läfst die erstern etwa $\frac{3}{4}$ Zoll in die von den Scheiben gebildeten Zwischenräume hineingreifen, so dafs die Schneiden um eben so viel übereinander greifen. Die Oberfläche der Schneiden bleibt von der der Scheiben etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll entfernt, welcher Zwischenraum aber nöthig ist, weil in die, durch die Mittelscheiben gebildeten Kaliber, sowohl auf der obern als untern Welle, noch Abstreifmeifsel, sogen. Brillen, greifen müssen, um das geschnittene Eisen von den Mittelscheiben abzustreifen und das Umwickeln desselben zu verhindern. *aa*, Fig. 108., ist der sogen. Brillenkasten, welcher auf den Stäben *hh* ruht, in den man die Plattinen hineinsteckt, damit sie genau an die richtige Stelle in der Schneide gelangen und eben so wieder

herauskommen. Kleinere Scheiben lassen sich genauer und besser anfertigen, wogegen aber gröfsere den Vorzug haben, dafs sich das Schneideisen weniger krumm zieht und die Arbeit schneller von Statten geht.

Die Breite oder Dicke der Scheiben hängt von der Breite ab, welche das zu zerschneidende Eisen erhalten soll; zu Schneideisen von $\frac{3}{4}$ Zoll Breite und $\frac{1}{4}$ Zoll Stärke müssen $\frac{1}{4}$ Zoll stark gewalzte Plattinen unter ein Schneidwerk mit $\frac{3}{4}$ Zoll starken Schneiden gebracht werden. Die Scheiben müssen natürlich gleiche Dicke mit den Schneiden haben. Die Anzahl der Schneiden richtet sich nach der vorhandenen bewegenden Kraft und nach der Breite des zu schneidenden Eisens, jedoch beträgt die letztere selten mehr als 5 Zoll, weil Schneidewerke mit vielen Scheiben schwer zu befestigen sind. Jedes Schneidwerk mufs aber Sätze von Schneiden und Scheiben von verschiedener Stärke haben, um verschieden breites Schneideisen darstellen zu können.

Der Betrieb der Schneidwerke ist einfach. Das Materialeisen oder die Plattinen werden weifsglühend gemacht, darauf unter dem Streckwerk zu der verlangten Stärke ausgestreckt, und dann sofort unter das Schneidwerk gebracht und zerspalten. So wie die zerspaltenen Stäbchen zwischen den Schneiden zum Vorschein kommen, müssen sie mit einem Haken aufgefangen und zusammengehalten werden. Man schlägt darauf die Ruthen mit einem Handhammer gerade, sondert die unganzen ab und bindet sie in Bunde. Die Länge der Ruthen beträgt 6 bis 7 Fufs. Die wöchentliche Production eines Schneidwerks beträgt 7 bis 800 Centner.

Das Glühen des Materialeisens geschieht entweder in Flammöfen oder in Glühöfen auf Kohlen. Die erstern müssen keinen starken Zug, und daher eine geringe Rostfläche und eine enge Fuchsöffnung haben. Um den Hitzgrad bei dickern und dünnern Stäben bestimmen zu können, wendet man eiserne Schieber an, um den Fuchs mehr oder weniger verengen, oder auch wohl gänzlich verschliefsen zu können. Letzteres geschieht, wenn die schon warmen Stäbe in der Glühhitze erhalten werden sollen. Die Arbeitsthür liegt am zweckmäfsigsten dem Rost gegenüber; das Gewölbe mufs, besonders bei Holzfeuerung, möglichst niedrig sein. Die Oeffnung für den Fuchs wird so nahe als möglich an der Arbeitsseite angebracht, damit die Flamme über den ganzen Heerd streichen kann, und zwar sind die Oeffnungen zu beiden Seiten der Arbeitsthür vorhanden, um die Flamme recht gleichförmig vertheilen zu können. Häufig leitet man den Fuchs auch noch um das Gewölbe oder um die Seitenstöfse des Ofens, um die Hitze besser zu benutzen. — Die Stäbe liegen auf gemauerten oder eisernen 3 Zoll hohen Böcken, die 12 Zoll auseinander liegen.

Man legt so viel Stäbe auf einmal in den glühenden Ofen neben einander, als unter dem Schneidewerk demnächst rasch verarbeitet werden kön-

nen und was durch Erfahrung bestimmt werden mufs. Anfangs wird bei erforderlicher Fuchsöffnung das Eisen schnell schwach weifsglühend gemacht und dann werden der Fuchs und der Aschenfall verschlossen, und die Stäbe nach einander herausgenommen, ausgestreckt und zerschnitten. Sind alle Stäbe verarbeitet, so werden neue eingelegt und das Schneidwerk pausirt nun, bis dafs jene warm geworden sind, während welcher Zeit die fertigen Stäbe durchgesehen und sortirt werden. — Einfacher ist die Arbeit in den Glühöfen, indem nach erfolgtem Abflammen der Steinkohlen jedesmal soviel Materialeisen auf die glühenden Kohlen gebracht wird, als sich, ohne nachzufeuern, auf einmal ausrecken und zerschneiden läfst.

Rothbrüchiges Eisen kann unter dem Schneidewerk nicht verarbeitet werden, wohl aber kaltbrüchiges, wenn es die Eigenschaft nicht im hohen Grade besitzt, weil es sich in der Hitze leicht bearbeiten und zu Nägeln recht gut brauchen läfst.

Der Eisenabgang beträgt, je nach dem mehr oder minder vollkommenen Betriebe, 3 bis 6 Procent; der Steinkohlenverbrauch auf 100 Pfund Schneideisen 0,5 bis 0,66 Kubikfufs.

C. Die Drahtfabrikation.

Zur Anfertigung des Drahtes ist ein sehr zähes, etwas hartes, aber festes Eisen erforderlich, wogegen faulbrüchiges, schlecht schweifsendes und sich schieferndes Eisen nie mit Vortheil angewendet werden kann. Ein geringer Grad von Rothbruch ist weniger nachtheilig, als Kaltbruch, weil wenig rothbrüchiges Eisen oft sehr zähe und fest sein kann. Weiches und sehniges Eisen scheint weniger geschickt zu sein, als hartes und dabei festes, weil die Sehnen sehr leicht zum Spalten des Eisens und zum Abreifsen des Fadens Anlafs geben. Festes sehniges Eisen, dessen Sehnen eine sehr helle Farbe haben, ist auch ein gutes Material für allen Draht, von welchem keine grofse Elasticität verlangt wird, wogegen aber dunkelfarbig sehniges Eisen, welches immer mürbe ist, nicht zur Drahtfabrikation gewählt werden darf. Sehr gutes und festes hartes Eisen, aus welchem sich ein sehr fester und elastischer Draht herstellen läfst, verlangt bei der Arbeit eine gröfsere Aufmerksamkeit und ein öfteres Ausglühen, als das feste, weiche und sehnige Eisen, weil es beim Ziehen vermöge seiner Härte schneller spröde wird und dadurch leichter zum Reifsen Anlafs giebt.

Guter Draht mufs auf der Bruchfläche eine helle Farbe haben und zakkig sein; eine dunkle Farbe und eine conische Höhlung auf der einen, und eine conische Spitze auf der andern Bruchfläche zweier correspondirenden Bruchstücke sind immer ein Beweis von mürbem Eisen. Dieses Eisen giebt beim Ausziehen zu Draht viel Stümpel oder Bruchenden und läfst sich nicht mit

Vortheil anwenden. Guter Draht mufs aufserdem ungeglüht hin und her gebogen werden können, ohne zu brechen; auch darf er sich nicht spalten. Eisen, welches nicht gut schweifst, oder welches viele faule Adern beim Ausrecken bekommt, pflegt den Fehler zu haben, dafs es, zu Draht gezogen, leicht spaltet, und solches Eisen ist daher unbrauchbar. Nur das weiche und zähe, aber nicht das weiche und mürbe Eisen ist für die Drahthütte tauglich. Ungleiche, härtere und weichere Stellen im Draht sind immer ein Beweis von schlechtem Materialeisen. Der Draht mufs aufserdem auch vollkommen rund und glatt und nicht gestreift sein. Alles mürbe Eisen giebt nicht allein einen zu weichen, nicht hinlänglich elastisch biegsamen, sondern auch einen mürben Draht, welcher zu den meisten Anwendungen ganz unbrauchbar ist.

Das Materialeisen bei dem ältern Verfahren der Drahtfabrikation ist vierkantiges Zaineisen, welches aber wegen der starken Eindrücke, die es von dem Hammer erhalten, am allerwenigsten zweckmäfsig ist, da die Eindrücke erst nach mehrmaligem Ziehen verschwinden und schiefrige und unganze Stellen veranlassen. Schlichte vierkantige oder runde Stäbe sind freilich zweckmäfsiger, allein das Schmieden derselben ist zu umständlich, weshalb man vierkantig zerschnittenes Eisen anzuwenden gesucht hat, welches aber noch mehr Ausschufs und Stümpel gab, indem das Gefüge des auch in der Breite ausgedehnten Eisens durch das Zerschneiden zerstört wurde. Besser wurde das zerspaltene Eisen, wenn man es nochmals auschmiedete, oder wenn man es durch Walzen gehen läfst, in denen zwei correspondirende Kaliber eingedreht sind, welche da, wo sie sich einander berühren, eine Kreisfläche bilden, durch welche die geschnittenen Stäbe gesteckt und zu grobem Draht ausgereckt werden. — Ungleich vorzüglicher ist indefs das Verfahren, gar kein zerschnittenes Eisen zur Drahtbereitung anzuwenden, sondern das vierkantige Materialseisen, so wie es von den Walzwerken kommt, zu schwachen runden Stäben und endlich zu grobem Draht auszuwalzen, wie weiter unten gezeigt werden wird. Ein solches Verfahren wird jetzt auch auf allen neuern Hütten befolgt.

Der Mechanismus des Drahtziehens ist sehr einfach und besteht blos darin, dafs das zugespitzte dünne Materialeisen, oder der zugespitzte gröbere Draht durch eine, in einer harten stählernen Platte — Zieheisen — befindliche, vollkommen kreisrunde Oeffnung, deren Durchmesser mit der Dicke des gewünschten Drahts völlig übereinstimmt, gesteckt und mit Gewalt durchgezogen wird. Je leichter das Eisen nachgiebt, ohne zu reifsen, desto weicher und zäher ist es.

Durch das Durchziehen erlangt das Eisen Sprödigkeit und Härte, welche ihm durch Ausglühen wieder genommen werden müssen, um das Eisen zum

Ausziehen zu immer feinerem Draht geschickt zu machen. Nur wenn der Draht schon bis zu einer gewissen geringen Stärke gezogen ist, kann man ihn ohne vorhergehendes Ausglühen öfter durch die Zieheisen gehen lassen und zu dünnen Drahtsorten ausziehen. Wie oft dies Ausglühen auch bei der Anfertigung der feinern Drahsorten erforderlich ist, richtet sich theils nach der Feinheit des Drahtes, welchen man verlangt, theils nach der Beschaffenheit des Eisens selbst. Ein von Natur härteres Eisen kann nicht mit derselben Zahl der Ausglühungen zu dem feinsten Draht ausgezogen werden, wie das weiche und dabei feste Eisen.

Durch die Löcher in dem Zieheisen, durch welche der Draht gezogen wird, bestimmt sich die Dicke des Drahts. Die feinsten Drahtsorten müssen natürlich erst durch alle die vorhergehenden gröfsern Löcher gezogen worden sein, und deshalb erfordert der feinste Draht sehr viel Arbeit, und wird theils durch das wiederholte Ausglühen, theils durch den bei jeder Drahtsorte stets fallenden Ausschufs an Stümpeln und abgerissenen Enden sehr vertheuert.

Alle correspondirenden Drahtsorten, welche in den verschiedenen Drahthütten angefertigt werden, auf ein mit ihrer Dicke im Verhältnifs stehendes Gewicht zurückzuführen, ist um so weniger thunlich, da selbst aus einer und derselben Fabrik bei angeblich gleicher Stärke des Drahts die Längen und Gewichte desselben nicht gleichbleibend waren. — Diese Differenz der Gewichte ist theils der in Verschiedenheit des specifischen Gewichts des Eisens selbst, theils in den Veränderungen desselben durch das stärkere oder schwächere Ziehen oder Glühen, theils darin zu suchen, dafs die Löcher in den Zieheisen niemals vollkommen genau mit einander übereinstimmen und sich auch beim Gebrauche erweitern, wodurch Ungleichheiten in der Dicke des Drahts entstehen, welche oft zwar kaum bemerkbar sind, aber doch auf die Differenz der Gewichte merklich einwirken. Bei bekannten Längen und Gewichten des Drahts wird sich daher mit grofser Genauigkeit nicht auf die Dicke desselben folgern lassen.

Fast jede Drahthütte hat für die verschiedenen Drahtsorten, welche sie anfertigt, eigenthümliche Benennungen, weshalb die Vergleichung der Dicke der Drahtsorten aus verschiedenen Fabriken ganz unmöglich wird und nicht anders als durch unmittelbares Nachmessen oder Kalibriren angestellt werden kann. Sehr wünschenswerth wäre es daher, die Drahtsorten blos mit fortlaufenden Nummern zu bezeichnen und jeder Nummer auf allen Drahthütten eine gleiche Dicke zuzutheilen. Fabriken, die zäheres Eisen verarbeiten, würden zwar mehr Drahtnummern haben, als diejenigen, deren Materialeisen mürbe ist, allein die gleichnamigen Nummern würden überall gleich stark sein.

Ein wesentliches Bedürfnifs für jede Drahthütte ist ein genauer Drahtmesser, um die Dicke des Drahts, also die Richtigkeit der Löcher in dem Zieheisen, mit der gröfsten Genauigkeit bestimmen zu können. Auf den wenigsten Drahthütten wird diefs sorgfältig genug beachtet, und daher entstehen die oft sehr bedeutenden Abweichungen bei angeblich einer und derselben Drahtsorte. Man hat verschiedene Arten von Drahtmessern angegeben und benutzt; jedoch bedient man sich, besonders in den deutschen Drahthütten, gewöhnlich der sogenannten Drahtklinken. Es sind diefs breite, etwa ½ Linie dicke Eisen, in deren schmaler Seite Kerben eingesägt oder eingefeilt sind, in die der Draht genau einpassen mufs. Bei jeder Kerbe ist die Nummer befindlich, welche den in jene einpassenden Draht bezeichnen soll. Diese Drahtklinken gewähren nur ein Anhalten, aber durchaus keine Genauigkeit.

Einen wesentlichen Einflufs auf die Schönheit und Vollkommenheit des Drahts haben auch die Zieheisen. Je härter dieselben und je vollkommener kreisrund die darin befindlichen Löcher sind, durch welche der Draht gezogen wird, desto gleichförmiger in der Dicke und desto glatter wird dieser ausfallen. Die Löcher macht man conisch, um das erste Durchstecken des zugespitzten und von der Zange zu ergreifenden Drahts minder mühsam zu machen. Die Zieheisen selbst werden aus dem härtesten Stahl angefertigt, welcher, um seine Sprödigkeit zu vermindern und ihm die gehörige Gestalt geben zu können, in einem Kasten oder in einer Form von geschmiedetem Eisen geschmolzen wird. Diese Eisenform ist etwa 12 Zoll lang, 3 Zoll breit, ½ Zoll dick und hat einen 1 Zoll hohen Rand, wodurch ein Kasten gebildet wird, den man mit zerschlagenen Stücken von sehr hartem oder sogenanntem wilden Stahl anfüllt. — Auf einigen Hütten bedient man sich, so wie früher überall, auch noch jetzt statt des wilden Stahls des durch plötzliche Abkühlung weifs gemachten Roheisens.

Die mit dem wilden Stahl oder mit dem weifsen Roheisen möglichst dicht angefüllten Eisenkästen werden mit nasser, oder vielmehr mit dickem Lehmwasser angefeuchteter Leinwand bedeckt, und in einer Esse vor dem Gebläse so stark erhitzt, dafs der Stahl oder das Roheisen flüssig wird. Die Leinwand bildet eine Decke zur Abhaltung der Kohle, und das dicke Lehmwasser, mit welchem sie angefeuchtet war, verursacht, dafs sich die Leinwand erst sehr spät zerstört, und dafs sich, wenn diefs geschehen ist, eine dünne Schlackenkruste bildet, welche man beim Herausnehmen des Eisens sorgfältig abzieht. Oft ist man genöthigt, das Eisen vor dem Schmelzen des Stahls oder Roheisens mehrere Male aus dem Feuer zu nehmen und die einzelnen Stücke Stahl oder Roheisen mit dem Hammer auf einem Ambofs fest zusammenzuschlagen. Wenn das stahlartige Roheisen oder der roheisen-

artige Stahl völlig geschmolzen sind und sich auf's Genaueste mit dem Eisenkasten verbunden haben, so nimmt man das Eisen aus dem Feuer, um es auszurecken. In den Zustand der völligen Flüssigkeit pflegt das Roheisen oder der Stahl nur selten zu kommen, obgleich die Masse vollkommen weich und leicht verschiebbar wird. Die ganze Masse wird dann bis zur doppelten Länge ausgeschmiedet, und die Zieheisen sind bis zum Einbohren der Löcher fertig. Die Bereitungsart setzt eine genaue Kenntnifs des Verhaltens des wilden Stahls oder des Roheisens beim Zusammenschmelzen auf einer Grundlage von geschmiedetem Eisen und eine grofse Gewandtheit voraus, bei der Operation stets auf gleiche Weise zu verfahren. Zieheisen, die zu spröde und hart sind, lassen sich durch anhaltendes Glühen unter einer die Luft abhaltenden Decke wesentlich verbessern; zu weiche Zieheisen dagegen sind gänzlich unbrauchbar.

Beim Einbohren der Löcher bleibt die gröfste Fläche der conischen Oeffnung auf der Seite der Zieheisen, welche aus der Stabeisenmasse des eisernen Kastens besteht, und die eigentliche Oeffnung, durch welche der Draht gezogen wird, mufs durch die Oberfläche der geschmolzenen Rohstahlmasse gebohrt werden. Gewöhnlich werden die conischen Oeffnungen nur bis auf eine gewtsse Dicke der Zieheisen eingebohrt, und das eigentliche Durchlochen geschieht auf den Drahthütten kurz vor dem Gebrauch der Eisen, um den zu dem jedesmaligen Kaliber erforderlichen Bohrer wählen zu können. Das erste Vorbohren sollte billig immer kalt geschehen, damit die Zieheisen durch das wiederholte Glühen nicht an der Güte verlieren; das Durchlochen mufs mit der gröfsten Schnelligkeit im rothglühenden Zustande der Zieheisen mit einem spitzen, stählernen, kegelförmigen, aber vollkommen concentrischen Stifte geschehen, welcher nur gerade so weit durchgeschlagen wird, als nothwendig ist, um dem Loche das erforderliche Kaliber zu geben. Jede Drahtsorte verlangt daher auch einen besondern Stift, der vorn ganz spitz zuläuft und sich dann in einen Cylinder endigt, welcher ganz genau das Kaliber des Drahts haben mufs.

Auf die Güte der Zieheisen und auf die vollkommene Concentricität, so wie auf die Richtigkeit des Kalibers der Oeffnungen, kann eine Drahthütte nicht Aufmerksamkeit genug verwenden. — Aber auch selbst die aus dem besten und härtesten Stahl angefertigten Zieheisen werden durch längern Gebrauch so abgenutzt und erweitern sich so sehr, dafs die Oeffnungen nicht mehr mit dem Hammer zusammengetrieben werden können, welches überhaupt ein sehr mangelhaftes Verfahren ist, um die aufgeweiteten Oeffnungen wieder zu verengen. Man hat daher statt der stählernen Zieheisen, die überhaupt nur selten die Darstellung eines vollkommen cylindrischen Drahtes gestatten, der Diamanten, Saphire, Rubine und anderer harten Steine mit dem

besten Erfolge sich bedient, jedoch dürfte ihre Kostbarkeit ihre Einführung in den Drahthütten verhindern.

Das Eisen wird beim Ausziehen zu Draht, und der gröbere Draht hart und spröde, oder elastisch und brüchig zugleich. Durch das Ausglühen verliert sich die Elasticität um so mehr, je weicher das Eisen von Natur war; dagegen wird aber auch die Sprödigkeit zerstört und das Eisen zum Ausziehen zu noch feinerm Draht geschickt gemacht. Nicht alles Eisen kann zu den feinsten Drähten angezogen werden. Die gröfste Dehnbarkeit, ohne ein öfteres Ausglühen anwenden zu dürfen, besitzt das weichste Eisen; indefs kann man auch dem härtern, aber dabei festen Eisen eine eben so grofse Dehnbarkeit verschaffen, wenn man es mit Vorsicht behandelt und nach dem jedesmaligen Ausglühen nicht mit einem Male zu stark ausdehnt. Je schneller der Uebergang aus den dickern zu den dünnern Drahtsorten stattfinden soll, desto gröfsere Sprödigkeit wird das Eisen beim Drahtziehen erlangen; eben so wird bei gleichen Geschwindigkeiten das schon von Natur harte Eisen spröder und mehr zum Reifsen geneigt werden müssen, als das weiche. Die Geschwindigkeit, welche für jede Nummer von Draht bei einer und derselben Eisensorte, und die Verhältnisse der Geschwindigkeiten, welche bei verschiedenen Eisensorten nothwendig stattfinden sollten und beobachtet werden müfsten, sind noch zu wenig berücksichtigt, als dafs sich darüber etwas bestimmen liefse. Unrecht würde es aber sein, die Drähte bei verschiedenen Eisensorten mit gleicher Geschwindigkeit auszuziehen, weil man offenbar bei dem härtesten Eisen eine geringere Geschwindigkeit für die Zangen, Scheiben oder Leiern anwenden mufs. Unrecht wäre es ferner, auf die Verschiedenheit der Geschwindigkeit, mit welcher die Drähte bei einem einzigen Zuge, nämlich durch eine stärkere oder durch eine kleinere Oeffnung des Zieheisens, zu dickern oder dünnern Drahtsorten ausgezogen werden sollen, nicht Rücksicht zu nehmen. Ein stärkerer Draht mufs daher mit einer geringern Geschwindigkeit durch dieselbe Oeffnung gezogen werden, als ein schwächerer, wenn das Eisen durch die zu schnelle Ausdehnung nicht leiden soll, und bei Drähten von gleicher Dicke mufs eine geringere Geschwindigkeit angewendet werden, wenn sie durch eine kleinere Oeffnung des Zieheisens gezogen werden, als wenn man sie durch eine Oeffnung gehen läfst, deren Durchmesser von dem ursprünglichen Durchmesser des Drahtes wenig verschieden ist.

Aufserdem hat die Erfahrung aber gelehrt, dafs Drähte, die schon einige Male durch das Zieheisen gegangen sind, nach vorhergegangenem Ausglühen mit einer gröfsern Geschwindigkeit durchgezogen werden können, als die Drähte, welche zum ersten Mal durch die Oeffnungen eines Zieheisens geführt worden sind. Die Ursache ist theils mechanisch, indem die Textur

eines schon oft durchgezogenen Drahts der Ausdehnung nach einer Richtung besser folgt, theils ist sie darin zu suchen, dafs der stärkere Draht eine gröfsere Oberfläche, also auch mehr Reibung zu überwinden hat, wodurch mehr Sprödigkeit als bei feineren Drähten veranlafst wird. Zwar erleiden diese im Verhältnifs der Fläche ihres Querschnittes dieselbe Reibung, allein die dadurch entstehende Erhitzung hebt bei der geringen Masse der feinen Drähte einen grofsen Theil der erlangten Sprödigkeit wieder auf, welches sie bei dickern Drähten in dem Grade nicht zu bewirken vermag. Deshalb kann man die Geschwindigkeit bei abnehmenden Durchmessern der Drähte immer vermehren, obgleich das Gesetz, nach welchem man zu verfahren hat, noch nicht ausgemittelt ist und es auch noch an den nöthigen Beobachtungen dazu gänzlich fehlt.

Das Durchziehen der Drähte durch die Zuglöcher wird entweder durch Zangen oder durch Scheiben (Leiern, Bobinen) verrichtet. In beiden Fällen mufs aber besonders darauf gesehen werden, dafs bei einer vollkommen senkrechten Stellung des Zieheisens der Draht in völlig horizontaler Richtung durchgezogen wird, oder dafs überhaupt die Linie, welche der durchgezogene Draht bildet, mit der Axe der conischen Oeffnung im Zieheisen in einer Linie zusammenfällt, weil die Friction sonst ungleich wird. Die Zangen öffnen sich, indem sie sich gegen die Zieheisen bewegen, und schliefsen sich in demselben Augenblick, wenn sie bei der Oeffnung im Zieheisen angelangt sind, ergreifen den durch die Oeffnung durchgesteckten Draht und ziehen ihn bei der rückgängigen Bewegung mit sich fort, worauf sie sich, sobald sie ihre Zuglänge zurückgelegt haben, wieder öffnen, den durchgezogenen Draht loslassen und sich wieder gegen die Oeffnung des Zieheisens bewegen, um den Draht von Neuem zu ergreifen u. s. f. Die Zuglänge würde bei einer gehörig regulirten Geschwindigkeit der Zangen sehr gleichgültig sein; indefs giebt man denselben für die dickern Drähte eine geringere Zuglänge, als den Zangen für die feinern Drähte, weil man bei den letzteren das öftere Abreifsen weniger zu befürchten hat. Bei den gröbsten Drähten giebt man den Zangen oft nur eine Zuglänge von 8 bis 9 Zoll, wogegen sie bei den feinsten Drähten, welche durch Zangen gezogen werden, wohl 36 bis 40 Zoll betragen kann.

Die Zangen erhalten nach der verschiedenen Dicke des Drahts, den sie ziehen, verschiedene Namen. An einigen Orten heifsen die Zangen, welche den gröbsten Draht ziehen, Rumpelzangen, dann folgen Schumbank (Schindbank), Bänkelzangen und Schockenzangen. An andern Orten unterscheidet man blos Zangenzug und Walzenzug, indem man die Zangen, welche die feinern Drähte ziehen, den 1., 2., 3. u. s. f. Walzenzug nennt.

Zur Verminderung der Friction schmiert man den durchzuziehenden Draht wohl mit Inselt oder mit einem fetten Oel, welches in die conische Oeffnung der Zieheisen gebracht wird.

Aller Draht, welcher mit Zangen gezogen wird, erhält auf den Punkten, wo die Zangen angreifen, mehr oder weniger starke Eindrücke oder Zangengenbisse, wodurch er oft unansehnlich wird. Bei den gröbern Drahtsorten, welche öfter reifsen, lassen sich diese Eindrücke, so lange man sich nicht des Anwalzens des Drahteisens bedient, nicht vermeiden, indem man kein anderes Mittel als die Zangen hat, um den Draht durchzuziehen. Die Anwendung des geschnittenen Eisens macht indefs auch schon bei den gröbern Drahtsorten den Gebrauch der Zangen überflüssig, indem dieselben auf verschiedenen Drahthütten auch für die stärksten Drähte durch eiserne Leiern ersetzt werden. Bei den feinern Drahtsorten wendet man aber keine Zangen an, sondern bewirkt das Durchziehen des Drahts durch eine ununterbrochene Bewegung vermittelst der Scheiben oder der sogenannten Leiern, welches eigentlich Walzen sind, um welche sich der Draht aufwickeln mufs. Da die Geschwindigkeit der Leiern aufser ihrer Umdrehzeit auch durch den Durchmesser bestimmt wird, dieser aber veränderlich ist, je nachdem sich mehr oder weniger Draht aufgewickelt hat, so ist die Geschwindigkeit niemals ganz gleich; indefs hat man durch diese Verschiedenheiten bei den feinen Drähten noch keine nachtheiligen Folgen erfahren.

Es ist eine solche aus Gufseisen, Stabeisen und Holz construirte Leier in Fig. 114 und 115. abgebildet. Den ausgeglühten Draht legt man auf den Haspel *B*, welcher sich um die in seiner Mitte befindliche Stange leicht dreht; das eine, vorn etwas zugespitzte Ende des Drahts steckt man durch dasjenige Loch des Zieheisens *F*, dessen Durchmesser etwas kleiner als der des Drahts ist, befestigt ihn an den Haken *u* der Leier *C* und hebt dieselbe mit der Hand in die Höhe, so dafs der Haken *o* die Querstange *n* ergreift und herumführt, wodurch alsdann der Draht um *C* aufgewickelt und daher durch das Eisen *F*, welches in einer Spalte des Ständers *D* sich auf und nieder bewegen und so stellen läfst, dafs der Draht stets horizontal ist, gezogen wird. Ist der Draht dann vollständig durchgezogen, so wird der Haken *o* nicht mehr an der Querstange *n* durch den gespannten Draht festgehalten und die Leier fällt herunter, wodurch die Verbindung mit der bewegenden Welle aufgehoben ist. Der Draht wird alsdann von der Leier heruntergenommen, auf den Haspel *B* gelegt, seine Enden wieder zugespitzt und durch das zunächst kleinere Loch im Zieheisen gesteckt und wieder durchgezogen. Die Umdrehung der Leier *C* wird durch die Welle oder Spindel *l* bewirkt, an welcher die Querstange *i* mit dem Haken *c* befestigt ist. Die untere Spitze der Spindel bewegt sich in einer Pfanne, die in einem

mit dem Gerüst verbundenen Bügel *d* verbunden ist. Auch sitzt an der Spindel das horizontale Winkelrad *c*, in welches das senkrechte Winkelrad *d* eingreift. Dieses sitzt an der horizontalen Welle *a*, die durch Wasser- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt wird.

Je früher man die Drähte auf die Leiern bringen kann, desto besser ist es, theils weil die Drähte schöner ausfallen, theils weil die Maschinerie einfacher ist. Je zäher und geschmeidiger das Eisen ist, je weniger es folglich reifst und zu Stümpeln Anlafs giebt, desto eher läfst sich auch der Draht auf Scheiben verarbeiten.

Man würde häufig mit gröfserem Vortheil arbeiten, wenn die Differenz der Durchmesser der Drähte geringer wäre, und diese Regel ist um so mehr zu befolgen, je härter und je weniger zäh das Eisen ist, oder wenn man Stahldraht fabricirt. Die Differenz des Kalibers von einer Nummer zur andern sollte niemals mehr als 0,01 rheinl. Zoll betragen; allein sie beträgt bei den stärkern Drahtsorten oft 0,03 bis 0,05 Zoll, und diefs ist die Ursache, warum häufig so viele Stümpel und Enden fallen, und warum der Draht mehr spaltet und schiefert, als wenn man ihn öfter durch die Zieheisen gehen liefse. Die mehrern Glüh- und Arbeitskosten würden sich durch die bessere Qualität des Drahts und durch den geringern Ausschufs reichlich bezahlt machen. Ein mürbes und alles zu einiger Härte geneigte Eisen erfordert in dieser Rücksicht die gröfste Vorsicht, wogegen man bei einem vorzüglich guten, weichen und zähen Eisen, wie z. B. bei dem Osemundeisen in der Grafschaft Mark, das öftere Durchziehen sparen kann.

Wenn der Draht mehrere Male durch ein neues, feineres Loch gezogen worden ist, so mufs er wieder geglühet werden, um nach dem Erkalten zu noch feinerem Draht ausgezogen werden zu können. — Das Glühen geschieht hier aus keiner andern Absicht, als um die durch das Drahtziehen entstandene Sprödigkeit des Eisens wieder aufzuheben, wogegen bei den Schmiedearbeiten der Zusammenhang der Theile durch das Glühen vermindert werden soll, weshalb das Eisen zu diesem Zweck auch im noch glühenden Zustande verarbeitet werden mufs. Zur Aufhebung der Sprödigkeit reicht eine starke und anhaltende Rothglühhitze vollkommen hin.

Beim Ausglühen des Drahts mufs mit grofser Vorsicht verfahren werden, um das Ansetzen des Glühspahns möglichst zu vermeiden. Der Glühspahn würde nämlich die Löcher in den Zieheisen ausschleifen nnd sogleich erweitern, weshalb er, wenn er sich wirklich angesetzt hat, sehr sorgfältig fortgeschafft werden mufs, ehe der Draht zur weitern Verarbeitung kommt. — Man hat dazu verschiedene Mittel. Das älteste Verfahren ist, den Draht durch ein Brett zu ziehen, wodurch der Zweck nur unvollkommen erreicht wird. Eine zweite Methode, welche besonders in Deutschland allgemein an-

gewendet wird, besteht darin, den ausgeglüheten und erkalteten, ringförmig zusammengelegten Draht auf die sogenannten Polterbänke zu bringen, nämlich die Drahtringe an einem Ende an einen Hebelarm zu befestigen und in die Höhe heben zu lassen, worauf sie durch die rückgängige Bewegung des Hebelarms gegen eine Unterlage unter beständigem Zurinnen von Wasser so lange geschlagen werden, bis sie von allem Glühspahn befreiet und ganz blank geworden sind. Eine dritte Methode besteht darin, die Drahtringe mit Kieselsteinen in eine durchlöcherte, sich stets um ihre Axe bewegende Trommel zu bringen und während der drehenden Bewegung ununterbrochen Wasser zurinnen zu lassen. Sehr groben Draht pflegte man sonst auch wohl einige Zeit in eine Beize aus Roggenschrot zu legen, welches Verfahren aber kostbar und zeiterfordernd ist. — Feinere Drähte, die auf den Leiern gezogen werden, scheuert man in einer Trommel von Eisenblech, welche durch eine Maschinerie um ihre Axe gedrehet wird, um dadurch den Glühspahn aufzulockern, worauf man denselben mit einem Stück Leder und mit feinem Sand völlig abreibt.

Das Ausglühen geschieht entweder in der Esse, vor dem Gebläse mit Holzkohlen, oder in einem Glühofen. Das Glühen vor dem Gebläse ist kostbar und giebt zur Entstehung von vielem Glühspahn Anlafs; die feinsten Drahtsorten würden dabei auch verbrennen. — Die Glühöfen bestehen oft nur aus einem überwölbten Heerde mit einer Thür zum Einsetzen und Ausnehmen der Drahtringe und mit einer Oeffnung im Gewölbe, aus welcher der Rauch abziehen kann. Die Drahtringe liegen in solchen Glühöfen auf gemauerten oder eisernen Böcken und werden mit Holzkohlen ausgeglühet. Obgleich dabei etwas mehr Kohlen, als beim Ausglühen vor dem Gebläse, erspart werden, und obgleich sich dabei nicht so viel Glühspahn an den Draht ansetzt, so ist diefs Verfahren immer noch mangelhaft. Statt der Holzkohlen läfst sich auch schnell brennendes Holz, Reisig u. s. w. anwenden, welches unter den Böcken in Brand gesteckt wird. Ein solcher Ofen unterscheidet sich sehr wenig von einem gewöhnlichen Backofen, und seine Gestalt und Gröfse sind ziemlich gleichgültig.

Ein anderes Verfahren besteht darin, dafs man die Drahtringe in runden, 2 bis 4 Fufs im Lichten weiten, 8 bis 10 Fufs hohen cylindrischen, auf der einen Seite mit einer eisernen Thüre, oben mit einem Gewölbe und unten mit einem Rost und Aschenfall versehenen Oefen ausglüht. Der Rauchabführungskanal befindet sich oben in der Kuppel des Ofens, und durch die Thüre vor dem Aschenfall läfst sich die Stärke des Zuges reguliren. In einer Höhe von 12 bis 18 Zoll über dem Rost liegen eiserne Stäbe oder Böcke, auf welchen die Drahtringe über einander in die Höhe geschichtet werden. Der unterste Drahtring erhält eine gufseiserne ringförmige Unter-

lage, um den Draht der Stichflamme nicht auszusetzen. Alle Zwischenräume zwischen der Peripherie der Drahtringe und der innern Umfassungsmauer des Ofens, so wie die durch die Drahtringe selbst gebildeten hohlen Cylinder, füllt man mit trockenem Holz aus, um den Draht überall gleich stark zu erhitzen. Vor dem Anzünden müssen die Seitenthüren zum Einsetzen und Ausnehmen des Drahtes, so wie die zum Roste führende Thür sorgfältig verschlossen werden, und die Stärke des Luftzuges wird dann durch Registeröffnungen in der Thür des Aschenfalles bestimmt. Obgleich diese Oefen wenig Brennmaterial verbrauchen, so läfst sich doch das Ansetzen des Glühspahns nicht verhindern, weshalb man auch die Drahtringe vor dem Glühen mit einem Brei von Kalk und fein geschlämmtem Lehm überzieht und den Draht mit diesem lufttrocken gemachten Ueberzuge glühet.

Aber die feineren Drahtsorten lassen sich auch auf diese Weise nicht glühen, weil sie leicht zu stark angegriffen werden. Bei diesen geschieht das Ausglühen in gufseisernen Gefäfsen, welche auf's sorgfältigste bedeckt und verklebt werden, um allen Luftzutritt abzuhalten. Ueberhaupt sollte aber das Ausglühen allen Drahtes, auch des gröbsten, immer in vollkommen verschlossenen Gefäfsen geschehen. Diese können die Gestalt eines gufseisernen Cylinders haben, dessen äufsere Fläche überall von der Flamme umspielt werden. Man stellt diese Gefäfse in der Mitte eines gemauerten Ofens auf ein massives Fundament und läfst sie entweder unbeweglich darauf stehen, oder trifft die Einrichtung, dafs sie durch eine Oeffnung in der Seitenmauer des Ofens (auf gufseisernen Schienen oder auf andere Weise) herausgeschoben und wieder in den Ofen hineingebracht werden können. Wenn das cylindrische Gefäfs in den Ofen geschoben ist, um die Glühhitze zu erhalten, so wird jene Oeffnung mit einer verlornen Mauer zugesetzt und dann mit der auswärts angebrachten eisernen Thüre verschlossen. Das cylindrische Gefäfs selbst ist mit einem gufseisernen Deckel verschlossen, dessen Fugen entweder mit Sandfüllungen oder durch Ueberzüge von Thon dicht gemacht sein müssen. Um den cylindrischen Ofen oben zu schliefsen und die Hitze zusammenzuhalten, versieht man ihn mit einem Gewölbe oder mit einer Kuppel, wozu man eine Haube von starkem Eisenblech wählen kann, die inwendig mit Thon bekleidet ist. Diese Kuppel ist sehr flach und hat in der Mitte eine Oeffnung zum Abziehen der Flammen und der Dämpfe, welche durch ein Abzugsrohr in eine Esse oder auch in die freie Luft geleitet werden können. Wenn das eiserne Gefäfs unbeweglich ist, so mufs die Haube leicht abgehoben werden können, um den Ofen schnell erkalten zu lassen, und um den geglüheten Draht herauszunehmen und den zu glühenden wieder einzusetzen. Ist aber das Gefäfs beweglich, so ist das Abheben der Haube nicht erforderlich. Die Oefen mit beweglichen Gefäfsen haben den Vortheil, dafs der

Ofen erst nicht ganz erkalten darf, indem das Ausglühen mit geringen Unterbrechungen fortgehen kann, wenn man wenigstens zwei Gefäſse im Vorrath hat, von denen das eine gefüllt ist und sogleich in den Ofen geschoben werden kann, wenn das andere die Glühhitze erhalten hat. Die Feuerung geschieht (mit Holz, Torf oder Steinkohlen) auf 2, 3 oder 4 Rosten, welche in gleichen Entfernungen von einander in dem ringförmigen Zwischenraume zwischen den innern Ofenwänden und dem massiven Cylinder angebracht sind, auf welchem das eiserne Ausglühegefäſs ruhet. Man kann aber auch den ringförmigen Raum aus einer einzigen zusammenhängenden Rostfläche bestehen lassen.

Die Fig. 116 und 117. stellen einen solchen Glühofen, letztere im Grundriſs und erstere im senkrechten Durchschnitt nach der Linie *a b b c c d d e*, Fig. 117., vor. Auf dem innern und äuſsern Rande der Ringplatte *a a* sind zwei, oben und unten offene, passende und, wie jene, guſseiserne Cylinder aufgeschraubt und durch eine dünne Schicht von Lehmkitt luftdicht gemacht. In den hohlwalzenförmigen Zwischenraum beider Cylinder *A* kommen die Drahtringe auf einander zu liegen, wodurch zugleich der erforderliche Durchmesser der Ringplatte, also beider Cylinder, bedingt wird. Ist dieser ringförmige Raum *A* mit dem zu glühenden Drahte geladen, so wird oben zum luftdichten Verschluſs eine eben solche ringförmige Deckplatte aufgelegt. Das Ganze wird durch eine mechanische Vorrichtung mit einer Rolle über dem Ofen in diesen eingesetzt und nach der Glühung herausgenommen. *C* ist der Heitzraum, *D* der Aschenfall. Oben wird der Ofen mit einer beweglichen Haube geschlossen, in deren Mitte ein Rauchrohransatz *E* befindlich und die mit einer schlecht wärmeleitenden Füllung versehen ist. Die Zahlen 1, 2, 3, 4 und 5 bezeichnen die Circulation des Feuers, welches rings um alle Wände (Boden, Seitenflächen, innerer Cylinder und Deckel) des Drahtbehältnisses spielt. Mittels des Schiebers *F* kann die Centralöffnung des Ringdeckels gröſser und kleiner gemacht werden, um das Feuer um und durch das Drahtgefäſs, in das die Luft nicht zutreten kann, gehörig leiten zu können, damit eine ganz gleichförmige Glühung erfolge. Die Feuerung erfolgt mit Holz, Reisig oder Steinkohlen.

Wie oft der Draht von dem stärksten bis zum feinsten geglühet werden muſs, ist gröſstentheils von der Beschaffenheit des Eisens abhängig. Auf vielen Drahthütten läſst man den Draht 35 bis 40 Mal durch die Zieheisen mit immer abnehmender Gröſse der Oeffnungen gehen, und reicht mit 4- bis 5maligem Ausglühen vollkommen aus.

Das ältere Verfahren bei der Drahtbereitung, nach welchem das Eisen unter dem Hammer zu schwächern Dimensionen ausgestreckt, dann mit Zangen zu gröbern Drahtsorten ausgezogen und zuletzt auf den Leiern zu den

feinsten Dimensionen gebracht wird, ist immer sehr unvollkommen, indem der Draht unansehnlich ausfällt und ein bedeutender Eisenverlust selbst dann nicht zu vermeiden ist, wenn das Materialeisen in runden Gesenken unter dem Hammer vorbereitet wird.

Ungleich zweckmäfsiger ist die Verfahrungsweise, den Draht gar nicht mehr mit Zangen zu ziehen, sondern die gröbern Drahtsorten unter kleinen Walzgerüsten anzufertigen und die feinern aus jenen gröbern unmittelbar auf den Leiern darzustellen. Bei dieser Verfahrungsart ist es vorzüglich nothwendig, den Walzen eine möglichst grofse Geschwindigkeit zu ertheilen, um den Draht, so weit er sich unter den Walzen anfertigen läfst, in einer und derselben Hitze darzustellen. Es ist deshalb nothwendig, durch Hülfe des Räderwerks oder der Vorgelege eine solche Geschwindigkeit für die Walzen zu bewirken, dafs diese in der Minute 225 bis 250 Umdrehungen machen. Bei dieser Geschwindigkeit und bei einer angemessenen Construktion der Walzengerüste läfst sich das Materialeisen von 1 Quadratzoll Stärke in einer Zeit von etwa $\frac{3}{4}$ Minuten zu Draht von $4\frac{1}{2}$ bis $4\frac{3}{4}$ Linien im Durchmesser sehr füglich ausstrecken. Draht von dieser Stärke scheint der stärkste zu sein, der sich mit Erfolg schon auf den Leiern verarbeiten läfst.

Die Eisenstäbe, welche auf dem Walzwerke zu Draht von der vorhin gedachten Stärke ausgezogen werden, erhalten die Glühhitze in einem Glühofen bei Flammenfeuer. Ein solcher Flammenofen hat ein sehr niedriges Gewölbe, um die Hitze durch Zurückstrahlen von demselben auf den Glühheerd zu leiten. Das Verhältnifs des Rostes zum Glühheerd ist sehr grofs, indem man z. B. einen 4 Fufs langen und bei der Feuerbrücke $3\frac{1}{2}$ Fufs breiten Heerd mit einem Roste von der Länge, die der Heerdbreite gleichkommt, und von der Breite von 3 Fufs versieht. Der Heerd behält auf das erste Drittel seiner Länge ziemlich dieselbe Breite (von $3\frac{1}{2}$ Fufs), wird dann aber mit schnell abnehmender Verjüngung ovalförmig an den Fuchs herangezogen, welcher eine Länge von 12 Zollen und eine Höhe erhält, die der Beschaffenheit des Brennmaterials angemessen ist. Das Gewölbe ist bei der etwa 6 Zoll hohen Feuerbrücke nur 16 Zoll und bei der Fuchsöffnung etwa 12 Zoll von der ganz horizontalen Sohle des Glühheerdes entfernt.

Die Einrichtung eines Drahtwalzwerks, welches in Fig 113. (Taf. X.) im Aufrisse dargestellt worden, ist folgende: Es besteht aus drei neben einander aufgestellten gufseisernen Ständergerüsten *BCD*, von derselben Beschaffenheit, wie die weiter oben beschriebenen gröfsern und kleinern Stabeisenwalzwerke. Die Schrauben *gh* haben keinen andern Zweck als den, die Walzen für immer auf einander zu pressen, da eine Stellung derselben in verschiedene Entfernungen nicht stattfindet, sondern die Räume zum Durchgange des Metalles stets die nämliche unveränderliche Gröfse behalten.

In dem Gerüst *B* befinden sich drei Walzen *mno*, die mit 12 sehr genau auf einander passenden, auf der Drehbank mit großer Sorgfalt bearbeiteten Einschnitten oder Kalibern versehen sind. Sie nehmen stufenweise an Größe ab, und das erste Kaliber hat 10, das letzte 3,2 Linien zur Seite. Die oberste Walze *m* wird unmittelbar von der Welle *a* getrieben, welche ihre Umdrehung von einem Wasserrade durch vorgelegtes Räderwerk empfängt. Die Wasserradwelle besitzt nämlich ein Zahnrad, welches in das Getriebe einer Zwischenwelle eingreift. Auf letzterer befindet sich aufser einem 1000 bis 2000 Pfd. schweren, 5 oder 6 Fufs grofsen Schwungrade ein zweites Zahnrad, welches das Getriebe der Welle *a* umdreht. Vermittelst der gezahnten Räder *def* (jedes von 16 Zähnen) wird die Bewegung auf die Walzen *n* und *o* übertragen. Man macht jene Räder, welche in dem Gerüst *A* ihre Lagen haben, sehr breit, so dafs sie gefurchten Walzen gleichen, um Stöfse zu vermeiden, welche bei schmalen Rädern leichter eintreten und den Streckwalzen sehr nachtheilig sein würden. Die Verbindung zwischen der Welle *a* und dem Rade *d* ist durch ein Zwischenstück *c* und zwei darüber gesteckte Muffe *bb* bewerkstelligt. Auf gleiche Weise sind die Räder *def* mit den Walzen *mno* durch Muffe *i* und Zwischenstücke *k* zusammengekuppelt. Diese Einrichtung hat hier, so wie bei allen ähnlichen Gelegenheiten, den Zweck, unabhängig von der Drehung eine kleine Beweglichkeit der Theile zu gestatten, welche nöthig ist, wenn nicht alle an einer physischen Axe verbundenen Bestandtheile genau um dieselbe mathematische Axe herumlaufen. Bei grofsen, einem bedeutenden Widerstande unterworfenen Maschinen, vorzüglich bei gröfserem Abstande der bewegten Theile von der bewegenden Kraft, tritt aber dieser Fall nur zu oft ein. Eine fernere Absicht bei diesen Kuppelungen besteht darin, das Brechen der Walzenzapfen zu verhindern, indem durch einen heftigen Stofs und bei plötzlicher übergrofser Vermehrung des Widerstandes eher eins von den dünnen Zwischenstücken *c k* u. s. w. bricht, welches leicht und schnell wieder ersetzt werden kann. Drei Walzen enthält das Gerüst *B* aus dem wichtigen Grunde der Zeitersparnifs bei dem Gebrauche der Maschinen. Wenn nämlich die zu walzende Stange zwischen den Walzen *m* und *n* von vorn hineingesteckt ist, so kann sie nach ihrem Durchgange sogleich in die nächste kleinere Oeffnung zwischen *n* und *o* gebracht werden, wodurch die Zeit gewonnen wird, welche sonst nöthig wäre, um die Stange wieder hervorzureihen, damit sie zum zweiten Male zwischen *m* und *n* eingelassen werden könnte. Diese Zeitersparnifs ist um so wichtiger, da diefs Auswalzen glühend geschieht und in einer einzigen Hitze vollendet sein mufs.

Sobald die Stangen aus dem letzten Einschnitte hervorgekommen sind, so werden sie zwischen die Walzen des zweiten Gerüstes *C* gebracht. Die-

ses enthält nur zwei Walzen *qr*, welche mittelst der Kuppelungen *lpl*, *lpl* mit *m* und *n* in Verbindung stehen, deren Bewegung daher auch auf sie übertragen wird. Jede der Walzen enthält zwei gleich grofse Einschnitte, von welchen der eine gebraucht und der andere für den Nothfall in Vorrath behalten wird. Das Nämliche ist mit den Einschnitten der zwei Walzen *uv* in dem Gerüste *D* der Fall. Die Walze *u* ist durch *sts* mit *r* zusammengekuppelt; *v* wird blos durch die Reibung mit umgedreht. Der Draht, welcher zwischen *q* und *r* durchgegangen ist, wird sogleich auf der nämlichen Seite zwischen *u* und *v* gebracht, wo er seine Vollendung erhält. Hierzu ist nöthig, dafs die Walze in *C* und jene in *D* sich nach entgegengesetzten Richtungen umdrehen, was man eben erreicht, indem *u* nicht mit *q*, sondern mit *r* verbunden wird. Die Rinnen in *u* und *v* sind kreisrund, jene in *q* und *r* aber oval, um einen Uebergang von der viereckigen Gestalt (welche die gewalzten Stangen unter den Walzen *mno* erhalten haben) zur endlichen runden Form zu bilden. Das Oval ist 4,7 Linien breit und 2,7 Linien hoch; die kreisförmigen Einschnitte haben 3,5 Linien im Durchmesser. Der Flächeninhalt der runden Oeffnung ist sehr nahe gleich jenem der ovalen, so dafs erstere dem Drahte nur die Form giebt, ohne ihn noch weiter zu strecken. — Wegen der grofsen Geschwindigkeit, mit der ein Drahtwalzwerk bewegt werden mufs, verbunden mit dem bedeutenden Widerstande des Eisens, ist eine grofse bewegende Kraft erforderlich.

Das Verfahren bei dem Drahtwalzen ist folgendes: Das Eisen wird in quadratischen, 1 Zoll starken, entweder geschmiedeten oder gewalzten Stangen angewendet, die man mittelst einer grofsen Wasserscheere zu 2 Fufs Länge zerschneidet. In einem der weiter oben bei der Fein- und Schneideeisen-Fabrikation beschriebenen Flammöfen werden 30 oder 40 Stäbe (die zusammen 180 bis 240 Pfd. wiegen) auf einmal erhitzt. Weifsglühend werden sie zuerst durch den gröfsten Einschnitt der Walzen in dem Gerüst *B*, Fig. 113., und dann der Reihe nach durch die kleinern gestreckt, wobei sie immer noch ihre viereckige Form behalten. Es hängt von der Hitze des Eisens und von seiner natürlichen Härte oder Weichheit ab, ob die Stangen alle 12 Einschnitte des Walzwerks durchlaufen müssen, oder ob einige derselben übersprungen werden dürfen. Wenn die genannten Umstände günstig sind, so reichen, den gröfsten oder kleinsten mitgerechnet, schon 8 bis 10 Einschnitte hin. Jedesmal, wenn ein Stab in einen neuen Einschnitt gesteckt wird, dreht man ihn um 90 Grade, so dafs die vorige senkrechte Diagonale zur wagerechten wird. Hierdurch wird der Grat, welcher durch unvollkommene Berührung der Walzen an zwei gegenüberliegenden Kanten des Stabes erzeugt wird, niedergedrückt. Man kann aber der Entstehung des Grates vorbeugen, wenn man die Vorsicht gebraucht, die Einschnitte etwas

rhombisch, nämlich die senkrechte Diagonale eines jeden kleiner als seine wagerechte, und selbst noch ein wenig kleiner als die wagerechte Diagonale des zunächst folgenden Einschnittes zu machen. In diesem Falle kann das Eisen nie seitwärts über die Einschnitte hinaustreten, und eine genaue Berührung der Walzen wird sogar entbehrlich. Die Streckung erfolgt alsdann wesentlich nur auf Kosten der gröfsern Diagonale. Läfst man hierauf das Eisen noch durch den ovalen Einschnitt des zweiten, und endlich durch den runden des letzten Walzengerüstes gehen, so kommt es aus diesem in Gestalt eines ganz cylindrischen, $3\frac{1}{2}$ Linien starken und 30 bis 35 Fufs langen Drahtes hervor. Durch den ovalen Einschnitt wird der Draht ohne Wendung so oft geleitet, wie er aus dem letzten viereckigen Einschnitte hervorgegangen ist; bei dem Uebergange von dem ovalen zum runden Einschnitte wird er aber um 90° gedrehet, so dafs sein gröfserer Durchmesser vertical steht. In dieser Stellung wird der Draht durch einen sehr nahe vor den Walzen angebrachten ovalen Ring erhalten, durch dessen Oeffnung er geleitet wird. Da der runde Einschnitt keine Streckung mehr bewirkt, so erleidet das Eisen gerade um so viel Druck, dafs es genöthigt ist, den Einschnitt auszufüllen, und es entsteht demnach kein Grat an den der Berührungslinie der Walzen entsprechenden Seiten. Die Arbeit des Walzens geht so rasch, dafs sie für einen einzelnen Eisenstab nur etwa 40 Secunden dauert, das Auswalzen von 30 Stäben in einer halben Stunde vollendet ist, und der Draht im Augenblick seiner Vollendung noch stark glühet. Er wird sogleich auf einer eisernen Trommel in Ringe zusammengerollt, nach dem Erkalten gescheuert und zum Ziehen auf die Leitern gebracht. Will man stärkere Drahtsorten als die angegebene auswalzen, so müssen Kaliber dazu vorhanden sein.

Weil das Eisen bei dieser Operation immer nur nach einer Richtung, nämlich nach der der Länge ausgedehnt wird, so hat man dabei den geringsten Abfall an Stümpeln etc. zu befürchten; auch behält der Draht eine gröfsere Festigkeit als bei der Anfertigung aus geschmiedetem oder geschnittenem Eisen. — Das Ausglühen in den vorhin erwähnten gufseisernen Cylindern geschieht zum ersten Mal bei dem dicken Draht, welcher von dem Walzwerk zum Drahtzug abgegeben wird, und mufs demnächst bis zur Anfertigung der feinsten Drahtsorten noch 3 bis 4 Mal wiederholt werden.

Die reine Production an Draht aus einer gegebenen Menge Stabeisen ist nach Umständen sehr verschieden. Die Beschaffenheit des Eisens, die gröfsere oder geringere Vollkommenheit der Maschine und der Manipulation haben darauf Einflufs. Der Abgang ist zweierlei Art und besteht in dem Abbrand beim Glühen und in den kurzen Enden oder Stümpeln, welche durch das Abreifsen beim Ziehen entstehen. Der Glühverlust sollte selbst

bei den feinsten Drähten 10 Procent nie übersteigen; geschieht aber das Glühen in verschlossenen Gefäfsen, so ist es möglich, denselben bis auf 2 Procent zu vermindern.

D. Die Blechfabrikation.

Um das Eisen in der Richtung seiner Länge und zugleich in der Breite auszudehnen, oder um es in Blech zu verwandeln, mufs man es glühend durch ein Hammer- oder Walzwerk ausbreiten und das Glühen und Ausbreiten so lange wiederholen, bis dafs es die erforderliche Stärke erlangt hat. Die Anzahl der auf einmal behandelten Blechtafeln hängt von der Wirksamkeit und Construction der Maschine, von der Glühvorrichtung und von den hergebrachten Gewohnheiten ab.

Das Blech erhält nach der Verschiedenheit des Gebrauchs verschiedene Dimensionen. Man pflegt die Bereitung der gröfsern Bleche von der der kleinern zu trennen, theils weil es bequemer und vortheilhafter ist, theils weil die kleinern Bleche gewöhnlich verzinnt und, zur Unterscheidung von den unverzinnt bleibenden oder Schwarzblechen, Weifsblech genannt werden. Man unterscheidet daher die Schwarz- und die Weifsblechfabrikation, obwohl die Bereitung beider Blecharten bis auf unbedeutende Abweichungen dieselbe ist, nur dafs die gröfsern Bleche natürlich gröfsere Glühanstalten und schwerere Hämmer oder gröfsere Walzwerke voraussetzen.

Gutes Blech mufs überall gleich stark sein nnd vollkommen glatte Flächen haben; Beulen, Runzeln und Schiefern schaden nicht allein dem Ansehen, sondern sind auch bei der Verarbeitung des Blechs nachtheilig. Aufserdem mufs sich ein gutes Blech oft hin und her biegen lassen, ohne zu brechen; aber so wie das beste Eisen spröde wird, wenn man es kalt bearbeitet, so mufs die Sprödigkeit durch Ausglühen gehoben werden.

Das zur Blechfabrikation anzuwendende Eisen mufs möglichst weich und dehnbar sein; roth- und kaltbrüchiges, so wie faulbrüchiges oder mürbes Stabeisen lassen sich gar nicht dazu benutzen. Das zähe und zugleich weiche Eisen läfst sich zu den dünnsten Blechen ausstrecken, weil es am wenigsten spröde wird und die Bearbeitung bei abnehmender Temperatur am längsten aushält. Das zähe und zugleich harte Eisen würde dem weichen nicht nachstehen, wenn es nicht öfter geglüht werden müfste, wodurch die Arbeit verzögert und der Abbrand vergröfsert wird.

Das zur Blechfabrikation anzuwendende Materialeisen mufs flach und beim Auswalzen des Blechs nicht zu dick sein, weil man sonst die Walzen zu sehr angreifen und sie zu oft stellen müfste. Aber auch beim Ausschmieden des Blechs ist möglichst dünnes Materialeisen vortheilhaft, weil dadurch die Arbeit abgekürzt wird. Die Dimensionen des Materialeisens sind übrigens

nach denen des darzustellenden Blechs verschieden. — Mit dem Verhauen der Stäbe wird bei jeder Blechfabrikation, sie geschehe unter Hammer- oder unter Walzwerken, der Anfang gemacht; jedes Ende giebt gewöhnlich zwei Blechtafeln, wenn diese nicht sehr grofs oder sehr stark sein müssen. Bei der Anfertigung des Blechs erhalten die Stäbe oder Stürze fast die doppelte Länge eines Bleches, indem der Blechschmied das Eisen vorzüglich nur ausbreiten mufs; denn je weniger das Eisen beim Ausbreiten zugleich ausgereckt wird, desto besser und schöner fallen die Bleche aus. Beim Walzen läfst sich das Ausrecken nach allen Dimensionen gar nicht verhüten, obwohl man das Eisen ebenfalls nur in der einen auszuwalzen suchen mufs. Die auszuwalzenden Stürze müssen genau so lang sein, als das Blech breit werden soll, denn in der Breite dehnen sie sich alsdann nur wenig aus. — Bei einerlei Sorten von Blechen und bei gleichbleibenden Dimensionen des Materialeisens bekommen die Arbeiter sehr bald eine Uebung, die Länge der abzuhauenden Stäbe zu bestimmen. Feinere Bleche erfordern dünnere Stürze, und man sollte mit den Dimensionen der Breite weniger veränderlich sein, als es der Fall ist, damit sich nur die Dicke des Eisens für die stärkern oder feinern Bleche ändern darf, die Breite aber in jedem Fall so grofs als möglich bleibt. — Das Verhauen der Stäbe geschieht entweder vermittelst eines Setzeisens unter dem Hammer oder durch grofse eiserne und verstahlte Scheeren (siehe S. 394 und Fig. 12.), welche durch eine einfache Maschinerie in Bewegung gesetzt werden. Im erstern Falle müssen die Stäbe an den durchzuhauenden Punkten rothglühend gemacht werden; im letztern Falle ist diefs nur bei starken und dicken Eisensorten nöthig. Gewöhnlich werden auch die noch warm aus den kalibrirten oder glatten Walzen kommenden Stürze sogleich zur Scheere gebracht und zerschnitten.

Das Glühen der Stürze und Bleche geschieht entweder in einem gewöhnlichen Heerde oder in Glühöfen. Das Glühen im Heerde ist eine sehr unvollkommene und viele Kohlen erfordernde Methode, wobei die Bleche auch häufig sehr leiden. Man legt die Stürze und Bleche auf Brechstangen quer über den Heerd, beschüttet sie von allen Seiten unten und oben mit Kohlen und facht die Hitze unter den Stürzen und Blechen durch den langsamen Gang des Gebläses an. Die noch nicht ausgereckten Stürze werden auf gewöhnliche Art, mit Zusatz von etwas Gaarschlacke, im Heerde gewärmt, und den dabei entstehenden Schwahl benutzt man gewöhnlich beim Einschmelzen der Abschnitzel, welches bei dieser alten Methode noch mit der Blechfabrikation verbunden ist.

Bei der Anfertigung der Bleche unter dem Hammer kann ein Glühofen natürlich die Dienste nicht leisten, wie bei der Anwendung der Walzwerke, weil der langsame Gang des Hammers mit dem Effect des Glühofens nicht

im Verhältnifs steht. Indefs ist ein gut eingerichteter Glühofen in jedem Fall sehr vortheilhaft. — Am unzweckmäfsigsten ist die Construction des Glühofens, nach welcher derselbe nur aus einem gewölbten Heerde besteht, in welchem die Bleche bei Steinkohlen auf eisernen oder gemauerten Böcken geglühet werden, obgleich auch dadurch schon eine Ersparung an Kohlen gegen das Glühen auf dem Heerde bewirkt wird.

Die Blechglühöfen (Flammenöfen), in denen die Feuerung bei Steinkohlen, Holz oder Torf geschieht, haben eben die Construction als die Glühöfen zum Glühen der Stäbe bei Anfertigung des geschnittenen Eisens in den Walz- und Schneidewerken, nur dafs sie etwas breiter sein müssen. Den untern Rand der Fuchsöffnung legt man, wie gewöhnlich bei allen Flammenöfen geschehen müfste, in gleichem Niveau mit der Heerdsohle, damit die Flamme die Bleche gehörig erwärmen kann. Ueberhaupt mufs das Gewölbe des Ofens möglichst niedrig sein, um die Hitze nicht zu zerstreuen. Dagegen wird der Feuerbrücke eine Höhe von 6 bis 8 Zoll zugetheilt, damit die Flamme nicht unmittelbar auf die Bleche wirken kann, sondern diese nur durch die Gluth des Ofens oder durch die strahlende Wärme in Hitze kommen. Der Fuchs ist mit einem Schieber, oder die Esse mit einer Klappe (welche billig bei keinem Flammofen fehlen mufs) zu versehen, um die Hitze im Ofen abzustimmen und die Flamme beim Oeffnen der Arbeitsthüre ganz ableiten zu können. Am besten sind die Glühöfen eingerichtet, bei denen die Arbeitsthür dem Rost gegenüber liegt, so dafs die Flamme beim Oeffnen der Thüre aus derselben herausschlägt und der äufsern Luft den Eintritt erschwert. Die Bleche oder Stürze müssen dann zunächst der Feuerbrücke liegen, damit sie von dem Luftstrome nicht so leicht getroffen werden.

In Fig. 119. ist ein sehr gut eingerichteter Blechglühofen mit Steinkohlenfeuerung dargestellt. *a* ist der Heerd, *b* das aus Charmottesteinen bestehende Auflager für die Bleche, *c* die Feuerbrücke, *d* der Fuchs, *e* der Schieber zum Reguliren des Feuers, *f* Ankerplatten, *g* Einsetzthür, *h* Kette, vermittelst welcher und eines Hebels die Thür bewegt wird, *i* Roststab, *k k* Rostbalken, *l* Aschenfall.

Werden starke Bleche, z. B. zu Dampfmaschinenkesseln, angefertigt, so reicht man mit Glühöfen allein nicht aus, sondern es ist dann auch ein Schweifsofen für die erste Behandlung des Materialeisens erforderlich, indem der Sturz fast immer durch Zusammenschweifsen und gleichzeitiges Raffiniren von mehreren starken Eisenmassen bereitet werden mufs. Der Schweifsofen hat die gewöhnliche Einrichtung Fig. 101 und 102.

Beim Einsetzen der schon fast fertigen Bleche mufs ein sehr rasches Feuer gegeben werden, um das Ansetzen des Glühspahns möglichst zu verhüten. Die Menge des einzusetzenden Materials sollte eigentlich nicht gröfser

sein, als ohne zu grofse Abkühlung des Eisens unter dem Hammer- oder Walzwerk bei fast verschlossenem Schürloch, Aschenfall und Fuchs und bei von Zeit zu Zeit geöffneter Arbeitsthür verarbeitet werden kann. Bei dem langsamen Gange des Hammerwerks läfst sich diefs aber nicht erzwingen, und man mufs daher immer nachfeuern, um die Stürze oder Bleche in Hitze zu erhalten, wodurch die Güte der Bleche natürlich leiden und ein grofser Brennmaterialienaufwand veranlafst werden mufs. Bei Walzwerken sollte man billig, um durch die Pausen der Glühzeit nicht zu viel Zeit zu verlieren, immer 2 Glühöfen im Betrieb haben und sich nicht mit dem Nachfeuern helfen, wodurch — besonders bei Weifsblechen — die Güte und Schönheit derselben ungemein leidet, indem die Entstehung von häufigem Glühspahn dann nicht zu vermeiden ist.

Auf mehreren Blechhütten wendet man keine Flammöfen, sondern Gewölbe mit einem Rost an, welche unter einem Feuermantel stehen. Die Construction derselben ist eben so wie die der Oefen bei den Schneidewerken. Die Plattinen, Stürze oder Bleche liegen unmittelbar auf den glühenden Steinkohlen, die man erst abflammen läfst, ehe das Materialeisen eingetragen wird. Es ist einleuchtend, dafs dabei viel weniger Brennmaterial als bei den Flammöfen verbraucht wird, auch können die Bleche eben so gut als in gut construirten Flammöfen darin ausfallen, bei denen der Aufwand an Brennmaterial um so gröfser ist, je mehr die Bleche gegen den Zutritt der Luft geschützt werden und je besser daher dieselben ausfallen. Das Kohlenbett, auf welches Stürze oder Bleche gelegt werden sollen, mufs jedoch mit grofser Sorgfalt bereitet werden, und dennoch ist es gar nicht zu vermeiden, dafs die unzersetzte Luft durch die Zwischenräume des Rostes bricht und an einzelnen Stellen des Blechs eine starke Glühspahnerzeugung, ja selbst ein gänzliches Verbrennen der untersten Tafel von einem Paquet veranlafst. Diese grofsen Nachtheile hat nun freilich die Anwendung von Flammöfen nicht, weshalb diese, sobald sie richtig construirt sind und ein gröfserer Brennmaterialienaufwand nicht so besonders berücksichtigt zu werden braucht, dennoch den Vorzug verdienen.

Die zu glühenden Bleche im Glühofen mit Kohlenstaub oder Koaksstaub zu bewerfen, ist nicht nachtheilig und in manchen Fällen, besonders wo das Nachfeuern stattfindet, sehr zu empfehlen.

a. Die Bereitung der Bleche unter Hämmern.

Bei der alten, noch auf einigen Hütten gebräuchlichen Methode, das gröbere oder sogenannte Schwarzblech unter dem Hammer anzufertigen, wendet man einen 4 bis $4\frac{1}{2}$ Centner schweren Hammer an, dem man 22 Zoll Hub giebt.

Die Hammerbahn, die sehr zweckmäfsig von dem Hammer getrennt ist, und in eine rinnenförmige Vertiefung desselben eingekeilt und nach Belieben ausgewechselt und gestellt werden kann, ist etwa 14 Zoll lang und $\frac{3}{4}$ Zoll breit. Die Ambofsbahn ist etwas gewölbt und die Horizontalebene der Hammerbahn steht etwas schief gegen dieselbe, um das Eisen schneller auszurekken. Je schmäler die Ambofsbahn ist, desto schneller läfst sich das Eisen ausdehnen, desto mehr Sorgfalt ist aber auch bei der Arbeit nöthig, um glatte und von Runzeln und Unebenheiten freie Bleche zu erhalten. Auf einigen Hütten ist die Bahn über 4, auf andern nur $\frac{3}{4}$ Zoll breit. Eine breitere Bahn giebt glattere und schönere Bleche, verzögert aber die Arbeit.

Die verhauenen Stürze werden gewärmt und dann zuerst an dem einen Ende bis auf das Doppelte ihrer anfänglichen Breite unter dem Hammer ausgedehnt, dann sogleich wieder gewärmt, um auch die zweite Hälfte auszubreiten. Nachdem diefs geschehen ist, wird der bearbeitete Sturz zur Hälfte umgebogen und das umgebogene Ende oder der S a u m durch einen Hammerschlag zusammengeschlagen. Die Arbeit geschieht durch zwei Schmiede, von denen der eine die hintere, der andere die vordere Hälfte des Sturzes ausbreitet, so dafs der Hammer ununterbrochen fortgeht, bis alle Stürze ausgebreitet und zusammengeschlagen sind. Die bearbeiteten Stürze heifsen U r w e l l s t ü r z e und die Arbeit selbst U r w e l l e n. Grofse und starke Bleche werden einzeln geurwellt.

Die geurwellten Stürze werden dann sämmtlich wieder gewärmt, dann einzeln beim Saumende mit der Zange gefafst und das Vorende bis zur doppelten Breite der Urwellstürze ausgebreitet, noch warm wieder ins Wärmfeuer gebracht und dann auch beim Saumende ausgebreitet. Man nennt diese Arbeit das G l e i c h e n oder S t ü r z e n und die ausgebreiteten Urwellstürze nennt man im Allgemeinen S t ü r z e. Der Blechschmied mufs bei dieser Arbeit dahin sehen, dafs in der Mitte nicht so viel Eisen stehen bleibt, weil es sich sonst bei den folgenden Bearbeitungen umlegt und zu Falten in den Blechen Anlafs giebt. Die Hammerbahn mufs die Mitte der Stürze treffen und das Eisen nach und nach nach den Seiten treiben.

Die Stürze erleiden nun die dritte Bearbeitung, wobei, weil immer mehrere Stürze in Arbeit genommen und zusammengelegt werden, eine gröfsere Hitze nothwendig ist, wobei die zusammengebogenen Stürze leicht aneinander schweifsen. Um diefs zu hindern, taucht man sie in eine wässrige Flüssigkeit, in welcher feiner Thon, Kreide und Kohlenstaub eingerührt sind, oder man bestreut sie auch wohl nur mit letzterm. Die in die Flüssigkeit, den sogenannten H a h n e n b r e i, eingetauchten Stürze werden in Päcke zusammengelegt. Zu jedem Haufen nimmt man etwa 1 Centner oder 6 bis 8 Stürze, je nachdem die Bleche stärker oder feiner sind. Jeder Haufen heifst ein

Pack oder eine Zange, und die Anzahl der auf einmal zu bearbeitenden Zangen eine Zeche. Jede Zange wird einzeln gewärmt und unter den Hammer gebracht. Diese Arbeit ist sehr beschwerlich und erfordert Kraft und Gewandtheit, weshalb beim Schmieden oder Packschmieden auch zwei Arbeiter erforderlich sind, die sich einander helfen und das Pack gehörig auf dem Ambofs drehen, damit der Hammer nicht zu oft eine Stelle trifft. Zur Unterstützung beim Schmieden und um das Pack besser auf dem Ambofs halten zu können, ist auf jeder Seite desselben ein Haken, in Gestalt eines rechten Winkels — ein sogenannter Knecht —, im Hammerstock befestigt, worauf das Pack ruhen kann. Das Umwenden mufs, obgleich es sehr beschwerlich ist, doch so oft als möglich geschehen, damit die eine Seite des Packes nicht mehr als die andere ausgereckt wird. Diefs Umwenden ist auch beim Urwellen und Gleichen nicht zu versäumen. Da das Schmieden die letzte Bearbeitung der Blechstäbe ist, so mufs sorgfältig darauf gesehen werden, dafs der Hammer die ausgereckten Bleche nicht voll Beulen und Löcher macht. Das Packschmieden mufs oft drei- bis viermal wiederholt und die Zange eben so oft wieder gewärmt werden, da bei einmaligem Schmieden die Stürze noch nicht die gehörige Ausdehnung erhalten. Nach jedesmaligem Schmieden werden die Päcke auseinander genommen, um zu sehen, ob die Stürze zusammengeschweifst sind, welche man alsdann zu trennen sucht. Alsdann werden die Stürze in eine andere Reihefolge gelegt, da die in der Mitte befindlichen, welche am längsten glühend geblieben, sich am meisten ausdehnten. Sind einige Bleche von den vorigen Zechen zu kurz geblieben, so werden diese mit in das nächstfolgende Pack gelegt und wieder mitgeschmiedet.

Haben die Stürze nach dem dritten Schmieden die gehörigen Dimensionen erhalten, so wird das Pack noch einmal etwas gewärmt und kommt dann unter den Pritsch- oder Abrichthammer, der eine sehr breite, ebene Bahn und einen sehr breiten, ebenen und glatten Ambofs hat, um die Unebenheiten und Beulen, welche beim Schmieden unter der breiten Hammerbahn ganz unvermeidlich sind, auszugleichen. Die Arbeit heifst das Pritschen oder Abrichten der Bleche. Die Abrichtschale mufs vollkommen horizontal liegen, auch mufs der Hammer so gekeilt sein, dafs er die Päcke weder vorn noch hinten treffen kann. Beim Schmieden oder Gleichen gemachte Fehler können beim Abrichten nicht füglich verbessert werden. — Endlich werden nun die Päcke nochmals mit einem hölzernen Hammer gepritscht, um alle Beulen auszugleichen, worauf man sie unter dem Druck einer durch Gewichte, oder durch eine Schraube beschwerten eisernen Platte langsam erkalten läfst, damit sich die Blechtafeln nicht ziehen. Die erkalteten Bleche werden nun nach dem Maafse mit einer Hand- oder Wasserscheere beschnitten.

Die Dimensionen der Bleche sind sehr verschieden, und es gehen auf einen Centner 5 bis 50 Tafeln. — Die fehlerhaften Tafeln werden als Ausschufs wohlfeiler verkauft, oder mit den Abschnitzeln wieder umgeschmolzen, wenn sie gar zu schlecht sind. — Aufser diesen unbrauchbaren Blechen und den Abschnitzeln fallen auch noch kurze Enden beim Verhauen der Stäbe. Bei einem guten Gange der Arbeit müssen aus 100 Centnern Stäbe 60 Centner Blech, höchstens 30 Centner Abschnitzel und kurze Enden erfolgen, und nur bis 10 Centner Abbrand stattfinden. In den Blechhütten aber, welche die Abschnitzel selbst wieder verarbeiten, müssen aus 100 Centner Stäbe 80 Centner Blech erfolgen. Der Brennmaterialienverbrauch auf 1 Centner Blech beläuft sich auf 25 bis 28 rheinl. Kubikfufs Hohlzkohlen oder auf 4 bis 5 Kubikfufs Steinkohlen.

Man wird leicht einsehen dafs das Schmieden des Blechs, selbst bei den geschicktesten Arbeitern, ein sehr unvollkommener Prozefs ist, der sehr langsam geht und einen eben so bedeutenden Eisenabbrand als Brennmaterialienverbrauch veranlafst.

Blech zum Verzinnen oder zur Weifsblechfabrikation wird wohl nur noch an wenigen Orten unter dem Hammer bereitet, da das gewalzte verzinnte Eisenblech durchaus den Vorzug verdient; wir übergehen daher das dabei angewendete Verfahren hier gänzlich, da es für den praktischen Hüttenmann gar keinen Werth hat.

b. Die Blechfabrikation unter Walzwerken.

Die Dimensionen der Bleche haben nur in sofern einen Einflufs auf die Construction und die Art der Betriebsvorrichtungen, als man sich zu den gröfsern und stärkern Blechen auch gröfserer und stärkerer Walzwerke bedient, als bei der Darstellung von sehr schweren Maschinenblechen noch Schweifsöfen erforderlich sind. Die Walzwerke für die gröfsern (Sturzbleche, Schwarzbleche) und für die kleinern Bleche (Weifsbleche, Dünneisen) haben genau dieselbe Einrichtung und unterscheiden sich nur durch die Dimensionen, indem man, wenn es die Absicht ist, Bleche von kleinen Dimensionen anzufertigen, den Walzen — deren Preis mit dem zunehmenden Gewicht bedeutend steigt — keine gröfsere Länge giebt, als die Gröfse der Bleche es nothwendig macht.

Die Gerüste der Blechwalzwerke stimmen mit denen der Stabeisenwalzwerke überein, nur bedient man sich bei den letztern nur der Ständer- und bei erstern auch der Pilargerüste. Diese letztern bestehen aus vier, gewöhnlich schmiedeeisernen Pilaren oder Säulen, welche in starke eiserne Sohlplatten eingelassen werden und darin unverrückbar befestigt sind. Zwischen zwei und zwei von diesen Pilaren werden die Walzenlager eingeschoben, auf denen sich die Walzen mit ihren Zapfen umdrehen. Oben werden die zu-

sammengehörenden beiden Pilaren durch starke gufseiserne Sättel (Kappen) zusammengehalten. Die beiden Pilarenpaare müssen verschiebbar sein, um dieselben einander zu nähern, oder von einander entfernen und verschieden lange Walzen einlegen zu können. Die Pilarengerüste gestatten ein schnelleres und bequemeres Stellen der Walzen als die Ständergerüste, und das ist besonders der Grund, warum man sie bei der Blechwalzarbeit noch anwendet. Neuerlich hat man jedoch bei Ständergerüsten das Stellen der Walzen durch Keile eingeführt, wodurch ebenfalls Schnelligkeit und Leichtigkeit bei dieser Operation erreicht wird. Ein schnelles und bequemes Stellen der Walzen ist für die Blechfabrikation von Wichtigkeit, indem die obere Walze fast nach jedem Durchgange der Blechstürze durch die Walzen so festgestellt werden mufs, dafs sie sich von der untern, stets in derselben Lage bleibenden Walze weniger entfernen kann, oder dafs sie weniger hoch gehoben wird.

Die Blechwalzwerke haben immer nur zwei Walzen, theils weil sie zu schwer sind, theils weil die gleichzeitige Stellung der mittlern zur obern Walze unausführbar sein würde. Da sie eine weit gröfsere Kraft ausüben müssen, als die Stabeisenwalzen, so müssen die Gerüste stärker und dauerhafter construirt sein. Wir ersehen diefs aus der Fig. 118., welche die Vorderansicht eines Blechwalzwerks von gewöhnlicher Gröfse für die Schwarzblechfabrikation darstellt. *a* Ständer, *b* Bolzen zu deren Zusammenhalt, sowohl oben als unten; *d* die schalenhart gegossenen Blechwalzen; *e* Schrauben, die in den Muttern *e'* laufen und mittels eines Schlüssels angezogen werden können. Sie dienen dazu, das obere Lagerstück für die Hülse der Walze in der bestimmten Höhe zu halten. *f* Kuppelungsspindel; *g* Kuppelungsbüchsen. Die Ständer *a* sind unten mit Sohlplatten *m* versehen, mittels deren sie auf die Schwellen *n* aufgeschraubt sind, welche Befestigung in der Zeichnung punktirt angegeben ist. *o* Schrauben zum Zusammenhalten der Schwellen.

Besonders wichtig ist es, bei den Blechwalzwerken solche Eirichtungen zu treffen, dafs die Ständer oder die Pilaren bequem und sicher weiter von einander entfernt oder näher an einander gerückt werden können, um längere oder kürzere Walzen einzulegen, wenn breitere oder schmalere Bleche angefertigt werden sollen.

Die Stellung der obern Walze wird bei den Ständergerüsten entweder durch Schrauben, wie in Fig. 118., oder durch Keile bewerkstelligt. Bei der erstern Einrichtung müssen immer die beiden Schrauben gleichzeitig und gleich stark angezogen werden, damit die obere Walze beim Durchgehen der Bleche durch die Walzen eine horizontale Lage behält. Weil dabei viel Aufmerksamkeit erforderlich ist, so erleichtert man das Stellen dadurch, dafs man die Schlüssel beider Schrauben mittels einer eisernen Stange mit einander verbindet, so dafs die Stellung durch das Fortschieben der Verbindungs-

stange bewirkt werden kann. Indefs ist diefs Verfahren auch wenig zulässig und bei einer gewissen Stellung der Schraubenschlüssel kaum ausführbar. Bei der Keilstellung wird die Bewegung beider Keile, nämlich der Druck der schiefen Ebene, welche die Keile bilden, auf die beiden obern Lager der obern Walze gleichzeitig und in gleicher Art hervorgebracht, welches ein wesentlicher Vorzug der Keilstellung ist.

Bei den Ständergerüsten erfolgt der Druck der Schraube oder der schiefen Ebene des Keils immer nur in der Mitte des obern Lagers der obern Walze; wogegen bei den Pilarengerüsten die Stellung durch vier Schrauben geschieht, weshalb sie an diesen, wenn sie sorgfältig ausgeführt sind, genauer erfolgt. Die Schraubenschlüssel von je zwei Schrauben sind bei diesen, zur Erleichterung des Stellens der Walzen, ebenfalls verbunden.

Bei manchen Ständergerüsten mit Schraubenstellung drückt die Schraube nicht unmittelbar auf das Lager der obern Walze, sondern auf ein zwischen beide eingeschobenes Stück Gufseisen mit niedrigen Füfsen, welches man die Brechbank nennt. Dieselbe, welche auch bei allen andern Walzwerken angebracht werden kann, hat den Zweck, dafs sie bei einer Unvorsichtigkeit der Arbeiter eher zerbricht, ohne den Walzenzapfen dieser Gefahr auszusetzen. Man legt auch solche Gufseisenstücke zwischen die Schraube und das obere Lager, wenn die Walzen durch Abnutzung und Nachdrehen dünner geworden sind, oder wenn Walzen von geringerem Durchmesser in solche Gerüste gelegt werden.

Jedes Blechwalzwerk besteht gewöhnlich aus zwei Gerüsten, von denen das eine zur Vorbereitung der Stürze, oder zum ersten Ausstrecken des Materialeisens, und das zweite zum Fertigmachen der Bleche dient. Obgleich die Walzen in beiden Gerüsten gleiche Umlaufsgeschwindigkeit erhalten, so giebt man den Vorbereitungswalzen doch in der Regel einen geringern Durchmesser (14 bis 15 Zoll) als den Vollendungswalzen (16 bis 17 Zoll), so dafs die Peripheriegeschwindigkeit der letztern gröfser ist, die erstern aber dagegen stärker strecken und dadurch die Arbeit befördern. — Ein 25 bis 35maliger Umlauf der Walzen ist zweckmäfsig. Die Länge der Walzen hängt von der Breite der Bleche ab und beträgt, wegen Beschneidens der letztern, immer 3 bis 4 Zoll mehr, als die der beschnittenen Bleche; sie beträgt bei der Anfertigung der kleinern, zum Verzinnen bestimmten Bleche gewöhlich nur 24 Zoll, zur Anfertigung des gewöhnlichen Schwarzblechs $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fufs, steigt aber auch bis 8 Fufs. Die Vollendungswalzen müssen Hartwalzen sein, besonders bei Anfertigung der zum Verzinnen bestimmten Bleche.

Die Muttern bei den Gerüsten bestehen aus Messing oder Rothgufs. Die Schrauben haben bei kleinern Gerüsten 4 und bei gröfsern 5 bis $5\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser; sie dürfen durchaus keine steilen Gewinde haben, weil diese

keine genaue Stellung zulassen. — Bei kleinern Walzwerken wird die obere Walze beim jedesmaligen Durchgehen der Stürze oder Bleche gehoben und fällt nach erfolgtem Durchgange mit ihrem ganzen Gewicht auf die untere zurück. Die obern Lager bestimmen die Erhebung der obern Walze über die unteren und deren Stellung wird durch die Schrauben bestimmt. Auch ist es nicht erforderlich, dafs die untere Walze mit der obern durch Antriebe verkuppelt sei, indem die Bewegung von dieser durch die Friction bewirkt wird, welche die Stürze oder Bleche zwischen den Oberflächen beider Walzen veranlassen. Bei grofsen und schweren Walzen würde aber das jedesmalige Herunterfallen der obern Walzen auf die untern Erschütterungen und Brüche veranlassen, weshalb dem Gewicht der obern Walze entgegen gewirkt werden mufs. Eine solche Vorrichtung zur Hebung der obern Walze ist in Fig. 111 und 112. (Taf. IX.) in zwei verschiedenen Ansichten dargestellt. Der Walzenzapfen *d* bekommt in diesem Fall nicht nur ein oberes Lager *a'*, sondern auch ein unteres *f'*, welches mittels der verschraubten Stangen *g' g'* mit jenen verbunden ist. Gegen dieses untere Lager stützen sich die zwei Stangen *h' h'*, welche unter der Hüttensohle durch eine Gabel vereinigt und mit der verzahnten Stange *i'* verbunden sind. In diese Stange, welche sich mit dem Rücken an die Frictionsrolle *m'* lehnt, greift der gezahnte Kreisbogen *w* des Hebels *x* ein, der am längern Arm durch ein Gewicht *n'* beschwert ist. Dadurch wird die obere Walze gehoben und ihr Herabfallen auf die untere verhindert. — Jedoch wird durch solche Vorrichtungen die Wirksamkeit des Druckes der Walze, welcher bei schweren nicht unbedeutend ist, vermindert und die Construction des Walzengerüstes sehr zusammengesetzt. Die obere Walze mufs dann auch mit der untern durch Getriebe verkuppelt werden.

Die Stürze müssen so lang als möglich bei einer Hitze ausgezogen werden, weil die noch nicht zusammenschlagenen Stäbe die stärkste Hitze vertragen können, und weil es überhaupt vortheilhaft ist, das Eisen bei einer Hitze so viel als möglich auszudehnen. Gewöhnlich befolgt man diese Regel aber nicht, sondern läfst die Stürze zu dick und walzt sie erst später dünner aus. Häufig wird man hierzu dadurch gezwungen, dafs die Stürze zu schnell kalt werden, welches eine Folge der fehlerhaften Anordnung beim Glühen ist, indem durchaus zwei Glühöfen zu einem Walzwerk gehören, um das Nachfeuern bei dem Ausarbeiten zu vermeiden und die Stürze doch warm genug zu erhalten. Die Stürze gehörig zu erwärmen, ist die Sache des Feuermannes, welcher die erwärmten Stürze einzeln an den ersten Walzarbeiter abgiebt. Dieser streckt sie nach der Richtung der Breite, d. h. die Länge parallel der Oberfläche der beiden Walzen, durch dieselben; auf der andern Seite nimmt ein zweiter Walzarbeiter die Stürze in Empfang und giebt sie

dem Erstern wieder zurück, der sie abermals und noch gewöhnlich ein drittes und viertes Mal durch die Walzen gehen läfst, welche er jedesmal enger zusammenschraubt.

Um das bei grofsen und schweren Blechen sehr schwierige Durchstekken von einer Seite der Walzen zur andern und das Abnehmen zu erleichtern, werden Träger (Tische, Böcke) an beiden Seiten des Walzwerks, in der Höhe der untern Walze, dergestalt angebracht, dafs sie beim Durchführen der Stürze und Bleche als eine Unterlage für diese dienen, und auf der andern Seite das Abnehmen unterstützen. Bei schweren Maschinenblechen müssen auch noch besondere Vorkehrungen zum Zurückgeben der schweren Masse getroffen werden. (Abbildungen in Fig. 12—14., Taf. LXIII., von Karsten's Eisenhüttenkunde.)

Haben die Stürze die gehörige Länge erreicht, so werden sie, beim letzten Durchgehen durch die Walzen von dem zweiten Walzarbeiter zur Hälfte gebogen und zusammengeschlagen, wenn sie nicht so grofs sind, dafs man nur ein einzelnes Blech daraus machen kann, welches in den meisten Fällen am rathsamsten ist. Um die Arbeit durch das Biegen und Zusammenschlagen nicht aufzuhalten, stehen gewöhnlich drei Arbeiter beim Walzwerke, von denen zwei die Stürze abwechselnd in Empfang nehmen und dem ersten Arbeiter zurückgeben, oder sie zusammenschlagen und weglegen.

Die Stürze werden in Hahnenbrei getaucht, oft zwei- auch dreifach ineinander gesteckt, und dann geht die zweite Bearbeitung unter den Schlichtwalzen vor sich. Auch hier sollte der Glühofen nicht vollgepackt, sondern es immer zwei Oefen im Betriebe sein. Das Zusammenlegen der Stürze oder das Doppeln ist nur bei kleinern Blechen, bei diesen aber auch zweckmäfsig, weil die Arbeit dadurch gefördert wird.

Ehe ein Sturz durch die Walzen gelassen wird, mufs jedesmal der Glühspahn abgeschlagen werden; dennoch drückt er sich sehr tief in die Bleche ein und ist nur schwer wegzubringen. Deshalb sollte man auch bemüht sein, das Eisen so kurze Zeit als möglich im Glühofen zu lassen und es so heifs als möglich zu strecken, ehe man es doppelt, um es weniger oft in den Glühofen bringen zu dürfen.

Bei den doppelten Stürzen wird das Saumende zuerst zwischen die Walzen gebracht, und die Ausdehnung geschieht dann überhaupt nur noch nach der Richtung der Länge. Gleich zuerst pflegt man den Stürzen die erforderliche Breite mehrentheils schon zu geben, indem man die verhauenen Stäbe mit ihren langen Seiten durch die Walzen gehen und sich mehr nach der Richtung der Breite ausdehnen läfst. — Wo das Doppeln der Stürze stattfindet, sollte man nicht zu schnell dazu schreiten, um das Zusammenschweifsen zu vermeiden und eine gröfsere Hitze anwenden zu können.

Wenn die Arbeit gut geht, so müssen aus 100 Centnern Blechstäbe 72 bis 80 Centner Blech und höchstens 22 bis 27 Centner Abschnitzel und kurze Enden erfolgen, so dafs der wirkliche Abbrand 2 bis 3 Procent beträgt. Zu 100 Preufs. Pfunden fertiger Bleche kann man 2 Berliner Scheffel Steinkohlen rechnen. An lufttrocknem Kiefern- und Fichtenholz werden zu 100 Pfunden fertiger Bleche etwa 8 bis 9 Kubikfufs verbraucht. — Bei der Anfertigung von Maschinenblechen, so wie bei den kleinern Blechen oder dem sogenannten Dünneisen zum Verzinnen, ist jedoch der Eisenverlust und der Brennmaterialien-Aufwand weit bedeutender.

Die Schwarz- oder Sturzbleche werden gewöhnlich nach Ordinair-, Mittel-, Fein- und Ausschufs-Blechen sortirt. Die gröfsere oder geringere Feinheit der Bleche, nämlich die Anzahl der Tafeln, welche bei einer gewissen Dimension auf den Centner gehen, giebt hierbei die Bestimmung. Die Ausschufsbleche haben Fehler und sind entweder beulig oder schiefrig, oder ungleich im Eisen. Man packt die Schwarzbleche in ganze und halbe Centnergebünde. Modellbleche werden alle Bleche genannt, die nicht nach den gewöhnlichen landesüblichen Maafsen angefertigt sind, sondern nach eigenen Dimensionen besonders bestellt werden müssen.

Um den feinen Blechen, die zu einem höhern Preis verkauft werden, ein schöneres Ansehen zu geben, werden die fertig gewalzten und beschnittenen Bleche in die Form Λ gebogen, 4 bis 5 Minuten in eine aus 1 Gewichtstheil Salzsäure und 3 Gewichtstheilen Wasser bestehende Beize getaucht, dann in den rothglühenden Beizofen gestellt, aus demselben herausgenommen, sobald der Glühspahn abgesprungen ist, darauf auf einem Ambofs gerade geschlagen und endlich zwischen glatten und schalenharten Walzen gewalzt, so dafs sie gleichsam polirte Oberflächen erhalten. — So wie wir weiter unten näher sehen werden, behandelt man auf solche Weise in England die zu verzinnenden Bleche.

Die Anfertigung von starken und schweren Maschinenblechen erfordert Vorbereitungsarbeiten zur Anschaffung des Materials, woraus die Bleche, von oft sehr bedeutendem Gewicht, dargestellt werden können. Die Heerdfrischerei liefert Luppen, deren Gröfse und Gewicht nach Maafsgabe des Gewichts des Blechs eingerichtet werden können. Die zu einem Bleche bestimmte Luppe wird unter einem möglichst schweren Hammer gezängt und zu einer dicken, scheibenartigen Masse ausgebreitet, ohne sie zu Schirbeln und Kolben zu zerhauen. Dieselbe wird darauf im Schweifsofen ausgeschweifst und unter dem Walzwerk weiter bearbeitet. Um sicher zu sein, ein recht gutes Eisen darstellen zu können, legt man mehrere solche unter dem Hammer bearbeitete Scheiben übereinander, bringt sie in den Schweifsofen, schweifst sie dann unter den Blechwalzen zusammen und streckt sie demnächst wei-

ter aus. Es ist diefs eine Art Raffinirarbeit gröfserer Eisenmassen unter Blechwalzen.

Will man beim Puddelfrischen starke und grofse Bleche darstellen, so bildet man von grofsen Luppen, welche unter dem Stirnhammer eine flache scheibenartige Gestalt erhalten haben, und von Stabeisen (besonders Ramafseisen — s. S. 428 —), welchem unter dem Stirnhammer diselbe Gestalt ertheilt worden ist, Paquete. Luppen und Stabeisen zusammen giebt besseres Blech, als ersteres allein. Die Paquete werden wie gewöhnlich raffinirt, d. h. schweifswarm gemacht, unter dem Hammer zusammengeschweifst und sofort unter dem Blechwalzwerk weiter bearbeitet.

c. Das Verzinnen des Blechs, oder die Weifsblechfabrikation.

Das ältere Deutsche Verfahren beim Verzinnen des Bleches ist folgendes: Zuerst werden die Dünneisen gebeizt, um sie von Glühspahn zu befreien und eine reine metallische Oberfläche zu erhalten. Man bedient sich dazu der gegohrenen Roggenschrotmaische, also des Essigs; man stellt in Beizgewölben, bei einer Temperatur von 30°, in Fässern Roggenschrot, Sauerteig und Wasser an, und stellt, so wie die Gährung erfolgt, die Dünneisen hinein, und zwar zuerst in die alte Beize, dann in die neue stärkere, sodann noch in eine schwächere, wozu 4 Tage bestimmt sind. In jedes Fafs kommen 144 Blatt Blech oder ein Häufel. Jede ganze Beize besteht aus 2 Tonnen oder Fässern neuer Beize, 2 Tonnen alter Beize und 2 Tonnen Pärel. Durch die Beize wird nun nicht allein der Thon und Kalk des Hahnenbreies aufgelöst, sondern auch das Eisen angebeizt, wodurch sich der festsitzende Glühspahn ablöst, welcher von der schwachen Essigsäure nicht eben aufgelöst wird. — Statt der Roggenmaische hat man auch das Sauerwasser der Theeröfen und Köhlereien anzuwenden vorgeschlagen, welches ebenfalls Essigsäure enthält.

Nach dem Beizen folgt das Scheuern der Dünneisen auf der Reibebank mit scharfem Sand oder gepechten Hohofenschlacken, um den Glühspahn völlig abzulösen; hierauf werden die ganz blanken Bleche unter reinem Wasser bis zum Verzinnen aufbewahrt, damit sie nicht rosten; denn so wie die Oberfläche nicht völlig metallisch rein ist, haftet das Zinn nicht, und es entstehen fehlerhafte Stellen.

Das Verzinnen geschieht in einer eisernen Pfanne von 18 Zoll Länge, 14 Zoll Breite und 18 Zoll Tiefe, welche in einem Ofen eingemauert ist, so dafs sie vom Feuer frei umspielt wird. Die Oberfläche des Verzinnungsofens ist mit eisernen Platten, die nach der Pfanne hin geneigt sind, belegt, damit kein Zinn verloren gehe, sondern alles abtropfende in die Pfanne zurückfliefse; letztere kann durch ein hineingestelltes Einhaltblech in zwei

Räume getheilt werden. Man wendet das gewöhnliche Englische oder Sächsische Zinn an, welches nie rein, sondern mit mehren Metallen, wie z. B. mit Blei, Antimon, Arsenik, Wismuth, Kupfer etc., legirt ist. Es wird in der Pfanne zu 10 bis 12 Centnern geschmolzen, mit Talg bedeckt, damit sich dasselbe nicht durch den Sauerstoff der Luft oxydire, und auf einen gehörigen Temperaturgrad gebracht, welchen man empirisch dadurch bestimmt, dafs man Papier hineinsteckt, welches schnell verkohlt werden mufs. Denn wenn das Zinn zu dickflüssig ist, so haftet es nicht; ist es zu dünnflüssig, so läuft zu viel ab, und die Zinndecke auf dem Eisen wird zu dünn. Nun werden 200 Stück Dünneisen, ein Satz, in die Pfanne auf die hohe Kante gestellt und nach und nach zu 20 und 25, ein Böstel, wieder herausgezogen, in Wasser abgekühlt. Diese Arbeit nennt man das Einbrennen. Hierauf wird das Einhaltblech in die Pfanne gesetzt, so dafs ein grofser und ein kleiner Raum dadurch entsteht, ein Satz Blech in den erstern gestellt und nach gehörigem Abschäumen des Talgs einzeln herausgezogen, das Abbrennen oder Einschlagen und auf rostförmige Rahmen, Schragen, gestellt, damit das überflüssige Zinn ablaufen kann; hiernach werden die Bleche einzeln in den kleinern Raum der Pfanne eingetaucht, durchgeführt und sogleich wieder herausgezogen und auf einem zweiten Schragen auf die hohe Kante gestellt, oder sie werden in der Diagonale herausgezogen und so aufgestellt, dafs eine Ecke der niedrigste Punkt ist. Sollten sich Bleche mit unverzinnten Stellen darunter befinden, so werden diese bekratzt und noch einmal durchgeführt. Die Bleche kommen nun in den Schwarzwischkasten, wo sie mit Sägespähnen und Lumpen vom Talg gereinigt werden. Um die Tropfkante zu beseitigen, d. i. den Saum an dem Rande der Blechtafel, wo das Zinn abtropfte, bedient man sich eines verschiedenen Verfahrens, indem man die Bleche auf einer warmen Platte aufstellt, auf welcher sich etwas geschmolzenes Zinn befindet, wodurch das Abtropfen von der Kante vollständiger erfolgt, oder man stellt die Bleche in eine eigene Abtropf- oder Abwerfpfanne, die am Boden etwas Zinn enthält, in welches die Bleche mit der Abtropfkante eingetaucht und sodann herausgezogen, mit Moos abgewischt werden. Es entsteht dadurch der sogenannte Rand oder Abwerfsaum der Bleche. — Hierauf werden die Bleche in einem Trockenofen getrocknet, im Weifswischkasten mit Kreide und Kleie weifsgewischt und mit Lumpen überfahren, um den Staub zu entfernen; sie werden dann in Kisten oder weniger zweckmäfsig in Fässer verpackt. Die Dimensionen der Bleche, die Zahl derselben in einem Fafs oder in einer Kiste sind nicht überall gleich. Die dünnsten Bleche heifsen Senkler.

In Betreff der Beschaffenheit der auf die obige Weise fabricirten Weifs-

bleche mufs bemerkt werden, dafs der Spiegel der mehrsten derselben sehr schlecht, wolkig, ungleich im Zinn, dafs der spiegelartige Glanz fehlt, welches theils durch ungleiche Bedeckung mit Zinn verursacht wird, aber auch in der Unreinheit desselben seinen Grund hat. Es ist durchaus nöthig, dafs die Bleche ganz blank gebeizt und gescheuert in's reinste Zinn kommen, dafs ihre Oberfläche von allem Glühspahn und selbst von den Vertiefungen befreit sei, in welchen ersterer festsitzt, was durch eigene Polirwalzen erreicht werden kann.

Das reinste und feinste Zinn, welches man in England aus dem Seifenzinn gewinnt, das Körnerzinn, wird zwar lediglich zur Weifsblechfabrikation benutzt, aber es reicht nicht hin, kommt gar nicht in den Handel und wird daher immer mit einer bedeutenden Quantität Blockzinn versetzt, welches bei weitem weniger rein ist, sondern noch fremde Metalle eingemischt enthält. Es mufs daher alles gewöhnliche, im Handel vorkommende Zinn, wenn es zur Darstellung der sogenannten Brillantbleche angewendet werden soll, zuvor erst einer Reinigung oder Läuterung unterworfen werden. Diese Reinigung ist aber ein kostbarer Prozefs, weil viel Zinn in den Rückständen bleiben mufs, wenn sie vollkommen sein soll, indem bei einer zu hohen Temperatur die beigemischten Metalle durch das Zinn wieder flüssig gemacht werden würden. Die Läuterung oder Aussaigerung des Zinnes geschieht in kleinen Flammöfen mit sehr stark geneigten Heerden. Zur Heerdmasse wendet man Kohlenstübbe an. Sehr unreines Zinn mufs mehrere Male geläutert werden, wobei der Zinngehalt der Rückstände natürlich noch bedeutender und der Prozefs noch kostbarer wird. Das zu läuternde Zinn wird in der Nähe der Feuerbrücke aufgesetzt und bei einer möglichst niedrigen Temperatur auf dem steilen Heerde niedergeschmolzen, die strengflüssigen Metalle, mit denen das Zinn verunreinigt war, bleiben oben bei der Brücke in Verbindung mit einer gröfsern oder geringern Menge zurück. Hat sich eine bedeutende Quantität von diesen Rückständen gesammelt, so kann man dieselben bei einer etwas höhern Temperatur saigern, wobei man ein unreines Zinn und wiederum Rückstände erhält, die zu Metallcompositionen gebraucht werden können.

Das Verfahren, welches man in England anwendet, um verzinnte Bleche von einem schönen Ansehn mit Spiegelglanz, sogenannte Brillantbleche, darzustellen, ist folgendes.

Die gewalzten und nach dem Maafs beschnittenen Bleche werden in der Beizwerkstätte, eine jede Tafel einzeln, der Länge nach zeltförmig gebogen, damit sie der erhitzten Luft eine grofse Oberfläche darbieten können, so dafs sie im Durchschnitt die Gestalt $\wedge$ erhalten. So werden sie etwa 5 Minuten lang in verdünnte Salzsäure gesteckt, welche aus 1 Theil concen-

trirter Säure und aus 6 Theilen Wasser zusammengesetzt ist, worauf man sie wieder herausnimmt und sie zunächst dem Beizofen und drei und drei in einer Reihe, neben einander auf der Hüttensohle hinstellt, sie mit einem eisernen Stab von unten aufhebt und sie reihenweise — ebenfalls drei in einer Reihe — auf den Heerd des bis zum Rothglühen erhitzten Beizofens stellt. Auf diesem Heerde stehen 6 Reihen hinter einander, so dafs sich immer 18 Tafeln auf demselben befinden. Hier bleiben sie so lange stehen, bis sie rothglühend geworden sind, dann werden sie reiheweise herausgenommen und eine jede Reihe sogleich durch eine neue ersetzt. Die Arbeit geht so schnell, dafs in einer Stunde 6 bis 700 Tafeln geglüht werden können.

Der Flammofen zum Glühen der gebogenen und mit Salzsäure angefeuchteten Bleche hat zwar die Einrichtung der gewöhnlichen Flammöfen zum Blechglühen, auch ist er mit einer 18 bis 20 Zoll hohen Feuerbrücke versehen; allein man giebt dem Heerde von hinten oder von der Brücke nach vorn oder nach der Arbeitseite, wo die Bleche eingesetzt und herausgenommen werden, ein Aussteigen von 6 bis 7 Zollen und zieht das Ofengewölbe von der Brücke nach vorn so tief herunter, dafs es vorn noch etwas tiefer liegt, als die obere Fläche der Feuerbrücke. Rauch und Flamme ziehen durch einen Schlitz, welcher an der vordern oder an der Arbeitseite zwischen der Vorwand des Ofens und der Essenmauer angebracht ist, aus dem Ofen. Alle diese Einrichtungen dienen blos dazu, das Eindringen der äufsern Luft in den Glühraum des Ofens zu erschweren, indem die vordere Seite des Ofens wegen der vorzunehmenden Arbeiten fast beständig offen bleiben mufs. Weil es bei diesem Ofen vorzüglich darauf ankommt, den Luftstrom von den Blechen abzuhalten, so mufs über dem Rostraum noch ein Schlot mit einem Schieber angebracht sein, welcher dann geöffnet wird, wenn die Operation des Verglühens der Bleche anfängt, wogegen der Schieber in dem Fuchs auf der dem Rostraum gegenüberstehenden Seite geschlossen wird.

Sobald die Blechtafeln die Glühhitze erreicht haben, werden sie herausgenommen, auf der Hüttensohle neben einander gestellt, und jede einzelne Tafel wird dann über einen gufseisernen Ambofs gerade gebogen. Diese ganze Operation in Oefen nennt man in England the Scaling.

Durch jene Behandlung beim Geradebiegen werden die Tafeln sehr verbogen und faltig, und müssen, um ihnen das schlechte Ansehen zu benehmen, zum zweiten Mal unter die Walzen gebracht werden. Durch dieses kalte Durchlassen werden beide Flächen nicht blos völlig glatt, sondern sie erhalten dadurch eine Art von Politur. Die Polirwalzen müssen, wenn die Arbeit ihren Zweck nicht verfehlen soll, vollkommen hart und daher in eisernen Kapseln (s. S. 300 etc.) gegossen sein. Die obere Walze wird gegen die untere

fest angedrückt und angeschraubt, weil die Bleche nur durch einen starken Druck die erforderliche Glätte erhalten können.

Wenn die Bleche aus dem Polirwalzwerk kommen, so stellt man sie in ein mit einer vegetabilischen Säure angefülltes Gefäfs. Zu den Gefäfsen bedient man sich gewöhnlich gufseiserner Kästen, welche reihenweis nebeneinander gestellt und durch einen gemeinschaftlichen, unter ihnen fortlaufenden Feuerungskanal erwärmt werden. Die Flüssigkeit besteht aus Wasser und Kleie, welche 9 bis 10 Tage lang, oder vielmehr so lange, bis das Wasser hinlänglich gesäuert ist, gegohren haben mufs. Man stellt die Bleche auf der hohen Kante in die Flüssigkeit und läfst sie etwa 12 Stunden lang darin stehen, während welcher Zeit sie aber einmal gewendet oder umgestellt werden.

Aus diesem Beizwasser kommen die Bleche in eine stark verdünnte Schwefelsäure. Dieser letzte Theil der Beizarbeit geschieht in bleiernen Gefäfsen. Man wendet dazu gewöhnlich einen langen aus Bleiblechen zusammengesetzten Kasten an, der inwendig durch bleierne Querwände mehrere Abtheilungen erhalten hat, von denen jede 200 bis 225 Tafeln fassen kann. Die verschiedenen Abtheilungen des Bleikastens werden mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt, worauf man die Bleche hineinstellt und dieselben etwa eine Stunde lang oder so lange, bis sie auf der Oberfläche nicht mehr die schwarzen Flecken zeigen, mit denen sie vor dem Eintauchen in die Beizflüssigkeit versehen waren, stehen läfst und sie von Zeit zu Zeit hin und her bewegt. — Auch die bleiernen Kästen werden durch unter denselben angebrachte Wärmkanäle so stark erwärmt, dafs die verdünnte Säure wenigstens eine Temperatur von 30° R. erhält.

Die Beizarbeit ist der schwierigste Theil der Weifsblechbereitung und gerade derjenige, von dessen vollkommener Ausübung die Schönheit der Verzinnung am mehrsten abhängt. Bleiben die Tafeln zu lange in der verdünnten Schwefelsäure, so erhalten sie eine dunkle Farbe und ziehen Blasen, die besonders bei dem nachfolgenden Verzinnen stark zum Vorschein kommen. Es ist daher eine grofse Erfahrung und Uebung von Seiten der Arbeiter erforderlich, um beurtheilen zu können, wie lange die Bleche in der Beize stehen bleiben können. Das Blasenziehen scheint von der Einwirkung der Säure auf das metallische Eisen herzurühren. Das sehnige und sehr weiche Eisen ist diesem Uebel am mehrsten unterworfen.

Aus der verdünnten Schwefelsäure kommen die Bleche in ein mit reinem Wasser angefülltes Gefäfs, aus welchem sie wieder einzeln herausgenommen und mit alten Lumpen und Sand abgewischt werden. Durch das Scheuern will man allen Rost von der Oberfläche wegbringen, weil die Stellen, auf denen noch Rost oder nur etwas Schmutz sitzen geblieben ist, kein

Zinn beim Verzinnen annehmen. Die rein gescheuerten Bleche werden alsdann unter ganz reinem Wasser bis zu dem Augenblick, wo sie verzinnt werden sollen, aufbewahrt und dadurch gegen den Rost geschützt.

Bei dem Verzinnen der Bleche wendet man mehrere mit Zinn und Fettigkeit gefüllte gufseiserne Gefäfse oder Pfannen an, von denen zwei zum eigentlichen Verzinnen und verschiedene andere zu dem sogenannten Durchführen dienen. — Die völlig rein gebeizten Blechtafeln kommen zuerst Stück für Stück in eine Talgpfanne, ehe sie zur Verzinnung abgegeben werden. Ist die Talgpfanne ganz mit Blechen angefüllt, so bleiben sie darin etwa eine Stunde stehen, wenigstens fällt die Verzinnung dann weit besser aus, wenn man die Bleche nur kurze Zeit in der Talgpfanne verweilen läfst. — Aus der Talgpfanne werden die Bleche mit allem auf der Oberfläche hängenden Fett in die Zinnpfanne gebracht, in welcher sie senkrecht aufgestellt werden und wenigstens $1\frac{1}{2}$ Stunde, zuweilen auch noch länger stehen bleiben, um die Verzinnung vollständiger zu bewirken. Gewöhnlich bringt man 340 Blatt mit einem Male in die Zinnpfanne, welche mit gewöhnlichem Zinn angefüllt ist, und möglichst stark erhitzt werden mufs, nämlich so stark, dafs die Temperatur nur nicht bis zum Verbrennen der über dem Zinn befindlichen Fettdecke steige. Ranziges Talg leistet bessere Dienste als frisches.

Ist die Verzinnung erfolgt, so nimmt man die Bleche Stück für Stück aus der Zinnpfanne und stellt sie auf einen eisernen Schragen, um das anhängende überflüssige Metall abtröpfeln zu lassen. Die erkalteten Bleche halten aber noch immer viel Zinn zurück, wodurch sie nicht allein ein schlechtes Ansehen erhalten, sondern auch zu einem grofsen Zinnverlust Anlafs geben. Das überflüssige Zinn soll durch die Durchführarbeit entfernt werden.

Zum Durchführen ist zuerst eine mit dem reinsten Zinn angefüllte Durchführpfanne, dann eine Talgpfanne, in welcher reiner geschmolzener Talg befindlich sein mufs, ferner eine leere Pfanne, über welcher ein Schragen steht, und endlich eine Zinnpfanne nothwendig, in welcher aber nur eine etwa $\frac{1}{4}$ Zoll hohe Schicht von geschmolzenem Zinn befindlich ist.

Die sämmtlichen hier genannten Pfannen, zum Verzinnen und zum Durchführen, stehen in der Verzinnungswerkstätte neben einander, in einem Ziegelheerd eingemauert. Die Zeichnung Fig. 120. gewährt eine obere Ansicht von den verschiedenen Pfannen. Die ganze Bearbeitung der Bleche erfolgt von der rechten zur linken Hand. In der Regel sind der eigentliche Verzinnungsheerd und der Heerd, auf welchem das Durchführen der verzinnten Bleche geschieht, ganz von einander abgesondert. Auf der Zeichnung bedeutet:

1. Die Talgpfanne } bei der eigentlichen Verzinnung.
2. Die Zinnpfanne }

3—6. Die verschiedenen Pfannen bei der Durchführarbeit, und zwar:

3. Die Durchführzinnpfanne mit einer besonderen darin befindlichen Abtheilung, um das an den verzinnten Blechen noch anhängende unreine Zinn von dem Theile der Durchführpfanne, in welchem die Bleche ihre letzte Vollendung bekommen, abzuhalten, indem in 2. nur gewöhnliches, in 3. aber völlig gereinigtes angewendet wird. Deshalb wird auch das in der ersten Abtheilung der Pfanne 3. befindliche Zinn, wenn es einige Zeit zum Durchführen gedient hat, zu der Pfanne 2. genommen, das Zinn in der zweiten Abtheilung von 5. in die erste Abtheilung gebracht und die zweite Abtheilung von 3. wieder von Neuem mit ganz reinem Zinn gefüllt.

4. Die Talgpfanne.

5. Eine leere Pfanne, über (oder auch zuweilen in) welcher sich ein eiserner Schragen befindet. Diese Pfanne wird nicht geheizt.

6. Die Abwerfpfanne.

Bei der Durchführarbelt werden die verzinnten Bleche zuerst in die erste, gröfsere Abtheilung der Pfanne 3. gebracht, um das auf der Oberfläche der verzinnten Bleche befindliche Zinn durch die grofse Masse von flüssigem Metall zum Schmelzen zu bringen. Haben die Bleche die Temperatur des Metallbades angenommen, so nimmt der Arbeiter zuerst eine kleine Anzahl von Blechen aus der Pfanne, legt sie vor sich auf den Heerd, fafst mit einer Zange, die er in der linken Hand hält, jede einzelne Tafel und reibt mit einem zu diesem Zweck besonders bestimmten Pinsel, welcher von Hanf angefertigt ist, und den der Arbeiter in der rechten Hund hält, zuerst die eine Seite des Bleches, wendet die Tafel um, wischt auch die andere Seite derselben ab und taucht das abgestrichene Blech sogleich in die zweite, kleinere Abtheilung der Pfanne 3., in welcher sich keine Bleche befinden, läfst jedoch das Blech mit der Zange nicht los, sondern zieht es unmittelbar nach dem Eintauchen wieder heraus und stellt es augenblicklich in die mit 4. bezeichnete Talgpfanne. Die beim Abstreichen zum Vorschein kommenden Pinselstriche gehen bei dem Durchführen durch die kleine Abtheilung der Pfanne 5. gänzlich wieder weg.

In der Talgpfanne 4. sollen die Bleche von dem überflüssigen Zinn befreit werden. Weil das Zinn in dem Augenblick, wenn die Bleche in die Talgpfanne kommen, sich in einem geschmolzenen Zustande befindet, so würde es sich durch zu langes Verweilen der Bleche in der Pfanne zum Theil, und zwar in um so gröfserer Menge ablösen, je länger die Bleche in dem Talgbade stehen bleiben, und es würde zu wenig Zinn auf der Oberfläche haften. Liefse man die Tafeln zu kurze Zeit in der Talgpfanne stehen, so würden sie zu viel Zinn zurückhalten und durch ungleiche Verzinnung ein schlechtes und streifiges Ansehen bekommen. Der Hitzgrad des

Talges ist daher von grofser Wichtigkeit. Stärkere oder schwächere Tafeln erfordern eine geringere oder höhere Temperatur des Talges. Talg, welches für dünne Bleche eine angemessene Temperatur hat, würde Veranlassung geben, dafs starke Bleche beim Herausziehen mit einer goldgelben Farbe zum Vorschein kämen. Weil ein starkes Blech nämlich mehr Hitze zurückhält, als ein schwaches, so darf der Talg für das erstere auch nicht so stark erhitzt sein. Brächte man umgekehrt dünne Bleche in eine für starke Bleche zubereitete Talgpfanne, so würde man den Zweck verfehlen und die Abtrennung des überflüssigen Zinnes nicht bewirken können. Es ist daher viel Erfahrung nöthig, um die Temperatur des Talges in jedem Fall richtig zu bestimmen.

In der Talgpfanne sind durch eiserne Zinken einzelne Abtheilungen gebildet, damit die Bleche einander nicht berühren. Sobald der Arbeiter 5 Blatt in der kleinen Abtheilung der Zinnpfanne 3. durchführt und aus derselben in die Talgpfanne gebracht hat, nimmt ein Knabe die erste von diesen 5 Tafeln und stellt sie auf den Schragen, welcher sich in oder über der leeren Pfanne 5. befindet, damit das Blech auf dem Schragen erkalte und das noch anhängende flüssige Talg abtröpfeln kann. Die Stelle dieses fünften Blattes wird von dem Durchführer sogleich durch ein sechstes ersetzt. Dann nimmt der Knabe das zweite Blatt, welches der Durchführer durch ein siebentes ersetzt, und auf diese Art geht die Arbeit so lange, bis das ganze Quantum von Blechen durchgeführt ist, regelmäfsig fort.

Weil die Blechtafeln immer senkrecht in die Pfanne gestellt werden, so behalten sie nach dem Erkalten an ihrem nach unten gekehrten Seitenrande einen Saum von Zinnknoten, welcher fortgeschafft werden mufs. Ein Knabe nimmt zu dem Ende die auf dem Schragen über oder in der Pfanne 5. erkalteten Bleche und stellt sie Stück für Stück auf ihrer untern Kante in die Abwerfpfanne 6., welche nur $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit Zinn angefüllt ist. Wenn der Zinnsaum durch dies letztere Eintauchen abgeschmolzen ist, so nimmt der Knabe die Blechtafel ab und giebt ihr einen starken Schlag mit der Ruthe. Durch die dadurch veranlafste Erschütterung wird alles überflüssige Zinn abgetrennt, und es bleibt nur noch eine kaum bemerkbare Spur von dem Saum übrig.

Den Beschlufs der Arbeit macht das Reinigen der Blechtafeln von dem anhängenden Fett, wozu man Kleie anwendet. Alsdann werden die Bleche in hölzerne oder auch in blecherne Kästen verpackt.

Achter Abschnitt.

Die Stahlbereitung.

Es giebt zwei Methoden der Stahlfabrikation: die eine besteht darin, dem Roheisen einen Theil seines Kohlegehalts zu entziehen, die zweite, dem Stabeisen eine Kohlegehalt mitzutheilen. Den aus Roheisen dargestellten Stahl nennt man Roh- oder Schmelzstahl, und den durch das anhaltende Glühen des Stabeisens mit kohligen Stoffen erzeugten Stahl: Cement- oder Brennstahl. Beide erhalten durch mechanische Bearbeitung, welche jedoch nicht ohne Einfluſs auf seine physikalischen Eigenschaften ist, die Namen Gerb- oder raffinirter Stahl. Dem durch das Umschmelzen des Roh- oder Cementstahls erhaltenen Stahl hat man den Namen Guſsstahl gegeben. Durch das Umschmelzen wird der Stahl weit gleichartiger, als durch bloſse mechanische Bearbeitung.

Einfluſs des Materials auf die Eigenschaften des Stahls und Charaktere desselben.

Obgleich nämlich die Quantität der Kohle den Grad der Härte des gehärteten und den Grad der Geschmeidigkeit des nicht gehärteten Stahls im Allgemeinen bestimmt, so sind die Festigkeit und die Elasticität des gehärteten Stahls doch auſserdem noch von der Gleichartigkeit der ganzen Masse abhängig. Aus demselben Material läſst sich durch verschiedene Behandlung das reinste Stabeisen und der vollkommenste Stahl, aber auch ein Product darstellen, welches an einzelnen Stellen im höchsten Grade hart ist und dennoch nicht Elasticität und Festigkeit genug besitzt, um auf den Namen eines guten Stahls Anspruch machen zu können. Aller Stahl, der eigentlich als ein zusammengeschweiſstes Gemenge von härterem und weicherem Stahl, oder wohl gar von Stahl und Stabeisen angesehen werden muſs, kann hart sein, ohne Elasticität zu besitzen; oder er kann weich und doch zugleich an einzelnen Stellen so spröde sein, daſs er wenigstens in scharfen Schneiden und Spitzen zum Ausbrechen geneigt ist. Die Güte des Stahls wird also nicht durch seine Härte allein, sondern auch durch seine Festigkeit und Elasticität bestimmt. Von einem Stahl, der viel Festigkeit und Elasticität besitzt, pflegt man zu sagen, daſs er viel Stärke oder viel Körper habe, wogegen man einen harten und dabei wenig festen und spröden Stahl wilden Stahl zu nennen pflegt. Von mehreren Stahlarten, welche gleiche Quantitäten Kohle enthalten, wird diejenige die festeste, dehnbarste und am mehrsten elastische sein, in

welcher die Kohle am gleichartigsten vertheilt ist. Es kann daher Stahl geben, der sich in einzelnen Stückchen sehr hart zeigt, aber dabei spröde und wenig elastisch ist, obgleich er im Ganzen nicht mehr Kohle enthält, als anderer Stahl, welcher im gleichen Grade hart und dabei fest und elastisch ist.

Durch das Raffiniren werden die aus der ungleichartigen Vertheilung der Kohle im Eisen entspringenden Fehler des Stahls zwar vermindert, aber niemals aufgehoben. Derjenige Stahl, welcher mit der gröfsten Härte die gröfste Stärke verbindet, ist der vollkommenste. Die gleichartige Verbindung der Kohle mit dem Eisen, welche alsdann nothwendig stattfinden mufs, läfst sich aber nur dadurch hervorbringen, dafs der Stahl, frei von Einflüssen der Kohle und der atmosphärischen Luft, lange genug und anhaltend in einem tropfbarflüssigen Zustande erhalten wird. Deshalb ist auch der Gufsstahl der vollkommenste Stahl, und bei demselben wird der Kohlegehalt auch jedesmal den Grad der Härte und der Festigkeit bestimmen, welches bei allen anderen Stahlarten nicht der Fall ist. Ein zu allen Anwendungen ganz geeigneter Stahl würde im höchsten Grade hart und fest sein müssen. Beide Eigenschaften lassen sich aber nicht vereinigen, weil mit einem hohen Grade von Härte immer ein gewisser Grad von Sprödigkeit verbunden ist. Deshalb wird man auf den höchsten Grad der Härte verzichten müssen, wenn die gröfste Festigkeit das Haupterfordernifs des Stahls sein soll, und man wird in einem geringern Grade auf Festigkeit des Stahls Anspruch machen, wenn der höchste Grad der Härte und Elasticität verlangt wird.

Vor dem Härten mufs guter Stahl eben so wie das Stabeisen in der gewöhnlichen und erhöheten Temperatur ganz geschmeidig sein, oder er mufs sich als eine harte Stabeisenart verhalten. Durch neues Glühen nach dem Härten mufs der Stahl seine Härte wieder verlieren und so vollkommen geschmeidig werden, dafs er von den härtesten Stabeisensorten nicht zu unterscheiden ist. Guter Stahl erlangt also einen höhern Grad von Härte erst durchs Ablöschen im Wasser oder durch das Härten, wodurch es sich von dem brüchigen Eisen und von dem roheisigen Stahl unterscheidet. Das erstere wird durch Härten zwar noch spröder, aber nicht härter als es vorher war, und der roheisenartige Stahl wird zwar härter und erreicht oft durch das Härten den allerhöchsten Grad der Härte: allein er bekommt nach dem Ausglühen nur einen geringen Grad von Geschmeidigkeit, der mit dem zunehmenden Kohlegehalt immer mehr abnimmt. Sprödigkeit als Folge der durch das Härten des Stahls erlangten Härte und Mangel an Festigkeit des Stahls sind nothwendig von einander unterschieden. Das weichste Stabeisen wird durch das Härten nicht härter, aber auch nicht spröde, wenn es nicht schon vor dem Härten spröde war. Alles durch das Härten etwas härter werdende

Eisen ist wirklich stahlartig. Je mehr der Kohlegehalt zunimmt, desto gröfser wird die Härte nach dem Ablöschen und desto geringer kann der Grad der Härte sein, bei welchem der Stahl gehärtet wird. Je spröder der Stahl nach dem Härten wird, desto schlechter ist er. Die Ursachen der Sprödigkeit können entweder in der Beschaffenheit des Eisens oder in der ungleichartigen Vertheilung der Kohle liegen. Im ersten Fall enthielt der Stahl Bestandtheile, welche ihn schon vor dem Härten spröde machten, und dann läfst sich der Fehler durch Raffiniren nicht heben, wie es bei dem durch ungleichartige Vertheilung der Kohle spröden Stahl der Fall ist, obgleich der Stahl durch das Raffiniren immer etwas an Härte verliert. Durch das Härten erlangt aber auch der beste und in der angemessensten Glühhitze gehärtete Stahl einige Sprödigkeit, welche sich besonders bei scharfen und spitzen Werkzeugen durch Ausbrechen der Schneiden und Spitzen zu erkennen giebt. Diese Sprödigkeit mufs durch neues Erwärmen oder durch das sogenannte Anlassen und Anlaufen wieder weggeschafft werden. Je weicher der Stahl ist, ein desto geringerer Wärmegrad ist nöthig, um ihm die Sprödigkeit zu nehmen; je härter er ist, desto stärker mufs er erhitzt werden. Aber auch alle diejenigen Stahlarbeiten, von denen man mehr Festigkeit und kräftigen Widerstand gegen die Stöfse und Schläge einer von aufsen einwirkenden Kraft verlangt, müssen in einem stärkeren Wärmegrade anlaufen; je härter der Stahl alsdann bleibt, ohne spröde zu sein, für desto vorzüglicher ist er zu halten. Einem Stahl die durch den Kohlegehalt beim Härten und nicht durch Silicium, Phosphor etc. veranlafste Sprödigkeit zu entziehen, ist sehr leicht, weil dazu nur ein Anlaufen in einem hohen Wärmegrade gehört; allein es setzt einen vorzüglich guten Stahl voraus, der unter solchen Umständen Härte behalten und grofse Elasticität zeigen soll.

Die Schmelzstahlbereitung unmittelbar aus den Eisenerzen.

Unmittelbar aus den Erzen wird der Schmelzstahl entweder in Stücköfen oder in Heerden bereitet. Aus den Stücköfen erzeugt man keinen Rohstahl mehr. Ehemals untersuchte man die aus dem Ofen erhaltenen Stücke, ob sie sich zu Stahl oder Stabeisen eignen würden, so dafs der Erfolg mehr dem Zufall als dem absichtlichen Bemühen zuzuschreiben war. Die erhaltenen Stücke wurden zwischen eine Stange gefafst und in einem Heerde bis zur Schmelzhitze erhitzt. Wenn mehr oder weniger Eisen abgeschmolzen war, ward der in der Zange zurückgebliebene, nicht geschmolzene Klumpen zu Stahl ausgeschmiedet. Das eingeschmolzene und in den Heerd eingegangene Eisen ward, je nachdem es mehr oder weniger Kohle verloren hatte, als Stabeisen oder als Stahl benutzt, oder wenn es sich in

einem Mittelzustande zwischen beiden befand, noch einmal etwas in die Höhe gehoben, um sich in Stabeisen umzuändern. Bei diesem unvollkommenen Verfahren konnte weder die Menge noch die Beschaffenheit des Stahls bestimmt werden.

Eben so ist es auch nur noch wenig gebräuchlich, in den Luppenheerden absichtlich Stahl zu erzeugen. Welche Mittel alsdann aber angewendet werden, ist schon weiter oben bei der Französischen Luppenfrischerei erwähnt worden. Der Stahl, den die Luppenschmiede zufällig erhalten und, an der röthlichen Farbe erkennend, aus dem Heerde nehmen, wird Wolfstahl genannt. Es ist sehr eisenhaltig und nur zu gröbern Sachen anwendbar. Das aus den Blaseöfen erhaltene stahlartige Eisen, welches beim Ausheizen die Eigenschaften des Stahls besitzt, wird Blase- und Osemundstahl genannt. Er ist häufig ein sehr verschiedenartiges Gemenge von Stabeisen und von Stahl in allen Graden des Kohlegehaltes und der Härte.

Die Schmelzstahlbereitung aus Roheisen.

Es ereignet sich zuweilen bei dem Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen, dafs ein Theil des eingeschmolzenen und dem Windstrom am mehrsten ausgesetzt gewesenen Eisens schon eine ungleich gaarere Beschaffenheit erhält, als das übrige Eisen. Die Suluschmiede arbeitet sogar absichtlich darauf hin, das eingeschmolzene Eisen theilweise gaar zu machen. Diefs gaare Eisen ist aber oft kein reines, sondern ein mehr oder weniger hartes Stabeisen, oder auch ein wirklicher, wenngleich sehr ungleichartiger Stahl. Die Frischer nehmen diese Stahlklumpen, welche sich durch ihre röthliche Farbe zu erkennen geben, aber sonst alle Kennzeichen des gaaren Eisens an sich tragen, zuweilen aus dem Heerde, um sie zum Verstählen ihrer Werkzeuge anzuwenden. Dieser Stahl wird Luppstahl genannt; er ist nur ein zufälliges und eigentlich durch ein Versehen des Arbeiters entstandenes Product im Frischheerde. Soll aber aus Roheisen mit einem grofsen Kohlegehalt, so wie überhaupt aus Roheisen, welches in dem Frischheerde erst in den tropfbarflüssigen Zustand übergeht, ehe die Abscheidung der Kohle erfolgen kann, absichtlich Stahl und nicht Stabeisen dargestellt werden, so ändert man den Frischprozefs dahin ab, dafs man das Gaarwerden des Roheisens durch eine langsame Behandlung unter dem Winde zu bewirken sucht, statt dafs man es bei der Stabeisenbereitung stets über und vor dem Windstrom zu halten bemüht ist. Durch diese langsame Behandlung unter dem Winde soll die Kohle im Eisen nach und nach verbrennen, und der Arbeiter soll es in seiner Gewalt behalten, den Prozefs in dem Augenblick zu beendigen, wenn

er glaubt, dafs der Stahl die nöthige Gaare erhalten, welches Gefühl, Erfahrung und Uebung ihn lehren.

Bei der Stabeisenerzeugung würde das Frischen unter dem Winde zu langsam zum Zweck führen und die völlige Abscheidung der Kohle doch nicht bewirken. Deshalb mufs der Wind das halbflüssige Eisen bei der Stabeisenbereitung unmittelbar ergreifen können, oder das Eisen mufs im fast gefrischten Zustande noch einmal vor der Form und vor dem Windstrom niederschmelzen.

Wesentlich von dieser Schmelzstahlbereitung aus rohschmelzendem Eisen ist das Verfahren verschieden, welches bei gaarschmelzendem, weifsem, seines Kohlengehaltes gröfstentheils schon beraubtem Roheisen angewendet wird. Diefs Roheisen gelangt im Heerde nicht in den flüssigen Zustand, sondern der Uebergang in Stahl wird durch das Cementiren der halbgeschmolzenen Roheisenmasse über dem Windstrom bewirkt, und es mufs daher als ein schon fertiger Stahl niedergehen. Zwischen der Schmelzstahlbereitung aus solchem Roheisen und zwischen der Steyerschen Einmalschmelzarbeit findet auch wirklich kein Unterschied statt, und die Beschaffenheit des dargestellten Produkts ist theils von dem Kohlegehalt des weifsen Roheisens, theils von der Stärke des Windes abhängig, der beim Niederschmelzen angewendet wird. — Zur Stabeisenbereitung nimmt man Roheisen, welches schon mehr Kohle verloren hat (luckiges Flofs, gebratenes Scheibeneisen); zur Stahlbereitung treibt man die Vorbereitung des Roheisens nicht so weit. Schmelzt man bei schwächerem Winde ein, so erhält man aus demselben Material ein stabeisenartiges Produkt, welches bei stärkerem Winde wegen des schnellen Niedergehens und der daraus entspringenden unvollkommenen Entkohlung guten Rohstahl giebt. Es kommt also bei dem gaarschmelzenden Roheisen nur darauf an, dasselbe so lange, als es nöthig ist, über dem Windstrom zu erhalten. Bei dem rohschmelzenden Roheisen ist zu gewissen Perioden ein scharfer Wind erforderlich, um das Roheisen nicht schon halb gefrischt niedergehen zu lassen, und um das im Heerde schon niedergegangene Eisen, welches durch die Einwirkung des Luftstroms an der Oberfläche zur Gaare gelangt ist, wieder in einen recht flüssigen Zustand versetzen zu können, damit die Kohle in der ganzen Masse des Eisens möglichst gleichartig vertheilt wird. Das Verdicken des im Heerde eingeschmolzenen Roheisens hat vorzüglich den Zweck, dafs es bei abnehmender Temperatur nicht wieder zu grauem Roheisen erstarrt, sondern eine breiartige Masse bildet, die sich bei dem theilweise erfolgenden Erstarren in weifses Roheisen umändert. Das Spiegeleisen, welches unter allen Roheisenarten die leichtflüssigste ist, bedarf zum Verdicken kaum der gaaren Zuschläge, indem der Windstrom allein schon genügt; allein das leichtflüssige graue Roheisen ist

wegen der höhern Temperatur, die es zum Schmelzen erfordert, schon weniger geneigt, sich im Heerde in graues Roheisen umzuändern. Sollte diese Umänderung durch den Windstrom bewirkt werden, so würde viel Eisen verschlackt werden. Deshalb mufs man die Temperatur entweder durch Zusatz von fertigem Stahl oder auch von Stabeisen erniedrigen — ein Verfahren, bei welchem der Stahl sehr ungleichartig ausfällt — oder man mufs zu der Anwendung gaarender Zuschläge schreiten, welche mit dem flüssigen Eisen fleifsig durchgerührt werden, so dafs die Masse vor dem stehenden Winde zum Kochen kommt. Immer aber wird die Rohstahlfrischerei, bei welcher Spiegeleisen oder graues Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen angewendet werden, deshalb ein unvollkommener Procefs bleiben, weil der Erfolg ganz allein von der Geschicklichkeit und Uebung der Arbeiter abhängt. Bei dem weifsen Roheisen mit geringem Kohlegehalt — welches aus dem Spiegelflofs und aus dem grauen Roheisen absichtlich bereitet werden müfste, wenn die Schmelzöfen, wie gewöhnlich, diese Roheisensorten liefern — hängt von der Geschicklichkeit der Arbeiter ungleich weniger ab, als von der Beschaffenheit, nämlich von dem Kohlegehalt des Roheisens und von der Stärke des Windstroms, der beim Niederschmelzen angewendet wird.

Dennoch zieht man in manchen Gegenden aus hergebrachter Gewohnheit, und weil man dem guten Ruf des Stahls nicht schaden will, das Roheisen mit grofsem Kohlegehalt dem weifsen Roheisen mit geringem Kohlegehalt vor, und es würde allerdings sehr schwierig sein, ein anderes den Arbeitern unbekanntes Verfahren einzuführen, indem nicht geläugnet werden kann, dafs auch bei der Anwendung des weifsen Roheisens mit geringem Kohlengehalte der Geschicklichkeit des Arbeiters noch viel überlassen bleibt.

Schmelzstahlbereitung aus grauem, rohschmelzendem Roheisen.

Diefs Verfahren ist in Norddeutschland (Henneberg, Harz, Schlesien) und in Schweden mit einigen unbedeutenden Abweichungen im Feuerbau eingeführt.

Der Formzacken eines solchen Stahlfeuers hat eine Neigung von 12 Grad in den Heerd: der Gichtzacken (Widerblase) eine Neigung von 3 Graden aus dem Heerde, um die Luppe (den Schrei) besser ausheben zu können; der Hinterzacken hat ebenfalls eine Neigung von 3 Graden aus dem Heerde; in der gufseisernen Vorwand des Heerdes, welche zugleich die Stelle des Schlackenzackens vertritt, ist ein Schlackenloch. Vorn an der Esse ist am Tragebalken derselben eine Mauer (Augenmauer) aufgehängt und daran

noch ein dünnes Blech befestigt, damit die Augen der Arbeiter weniger von der Flamme leiden, übrigens auch eine Einrichtung vieler Frischfeuer.

Die Einrichtung, welche man dem Vorheerde geben will, ist, wie kaum erwähnt werden darf, eben so gleichgültig als die Einrichtung zum Tragen der Esse. Zu dem Bodenstein wendet man Sandstein, Grauwacke u. s. f. an. Die über dem Gichtzacken liegende Platte soll dazu dienen, das Feuer besser zu schliefsen, und zu verhindern, dafs die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen sich nicht so fest vor die Gicht setzen, sondern schon entzündet in den Heerd gelangen. Die Neigung der Form beträgt 9 bis 12 Grad. Gichtzacken und Vorheerd werden, wenn die Arbeit angeht, mit Kohlenlösche umschüttet, und der ganze Heerd wird ebenfalls mit Kohlenlösche geschlossen. Das zu verarbeitende Roheisen (Stahlkuchen) ist mit solchen Einkerbungen abgegossen, dafs der Arbeiter nach Umständen Stücken von 20 bis 40 Pfund schwer leicht abschlagen kann. Ein Boden aus festgestampfter Kohlenlösche ist wegen des vielen Rührens im Heerde mit der Brechstange nicht anwendbar, und ein gegossener Boden würde bald weggeschmolzen werden. Der Boden mufs aus sehr gutem, nicht zu grobkörnigem und nicht zu sehr zum Springen geneigten Sandstein bestehen; jedoch hält er gewöhnlich nur 4 bis 5 Schrei aus.

Die einzuschmelzenden Roheisenstücke (Heizen) werden alle vorher bei der Gicht angewärmt und dann einzeln nach und nach so in den Heerd gebracht, dafs sie am Gichtzacken senkrecht stehen. Der ersten Hitze giebt man einen Zusatz von Stockschlage, damit sich der Sandsteinboden mit Schlacke bedeckt. Die Schirbel von der vorigen Luppe liegen auf der Kohlenlösche, mit welcher der Hinterzacken bedeckt ist, um sich dort anzuwärmen und die Lösche festzuhalten. Von den angewärmten Schirbeln wird einer nach dem andern mit der Schaufel hervorgezogen und über die Form gelegt, bis sie die zum Ausschmieden erforderliche Hitze erhalten. Die erste, senkrecht bei den Gichtzacken in den Heerd gebrachte Heize schmelzt nach und nach leicht ein, weil der Wind tief geht. Sollte sie nicht niederrücken wollen, so hilft man mit einer kleinen Brechstange nach und stellt sie etwas schief, näher gegen die Form. Beim Einschmelzen mufs der Wind sehr scharf geführt werden, damit das Eisen ganz flüssig in den Heerd kommt. Dann giebt man schwächern Wind, bringt etwas Hammerschlacke in den Heerd und rührt die Masse mit einer kleinen Brechstange so lange um, bis sie breiartig wird und eine Zähigkeit erhält, worauf dann sogleich die zweite Heize, welche während der Bearbeitung der erstern auf dem Gichtzacken lag und rothglühend geworden ist, ebenfalls senkrecht bei dem Gichtzacken in den Heerd gelassen und bei einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen

wird. Die erste Heize wiegt 24 bis 25 Pfund, die zweite ist etwas schwerer und wiegt etwa 30 Pfund.

Wenn die zweite Heize schmilzt, so mufs die erste, schon breiartig gewordene wieder ganz flüssig werden. Sollte es noch sehr roh gehen, so setzt man etwas Hammerschlag zu, welches indefs möglichst zu vermeiden ist. Nachdem die zweite Heize eingeschmolzen ist, so giebt man wieder schwächern Wind, um die Masse abermals in einen breiartigen Zustand zu versetzen. Sie mufs sich zuletzt wie ein steifer Teig anfühlen lassen, jedoch nicht zu hart werden. Sodann folgt die dritte, einige 40 bis 50 Pfund schwere Heize, welche ebenfalls vorher auf dem Gichtzacken angewärmt worden ist. Sie wird unter einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen, um die Masse im Heerde wieder flüssig zu machen. Ist das Einschmelzen beendigt, so bringt man allenfalls etwas Hammerschlacke in den Heerd, rührt die Masse dabei stark um und läfst das Gebläse etwas, obgleich nicht viel, langsamer gehen. Sobald man mit der Brechstange fühlt, dafs sich die Masse auf dem Boden festsetzt und geschmeidig wird, wobei sich gaare Schlacke an der Brechstange anhängt, so giebt man sehr scharfen Wind und rührt dabei stark im Heerde, damit ein heftiges Kochen entsteht, wobei die Kohlen sogar gehoben werden. Mit dem Rühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen über dem Boden als ein Kuchen ausbreitet, den man so gaar werden läfst, dafs man ihn mit der Brechstange gar nicht mehr durchstechen kann. Dann setzt man das vierte, einige 30 Pfund schwere Stück eben so wie die vorhergehenden ein, nur etwas mehr in die Mitte des Kuchens, so dafs der Rand desselben verschont bleibt, aber die Mitte desselben durch das einschmelzende Stück bis auf den Boden durchfressen wird. Das Gebläse, welches beim Einschmelzen stark wechselte, mufs nur etwas langsamer gehen, wobei man mit der Brechstange in der Mitte des Kuchens rührt, um die wieder aufkochende Masse gaar zu machen. Mit dem Umrühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen gesetzt hat. Auf dieselbe Art verfährt man mit dem fünften, ebenfalls einige 30 Pfund schweren Stück, welches sich ebenfalls durch die Mitte des Kuchens durchfressen mufs. Oft wird noch ein sechstes Stück eingeschmolzen, wobei das Verfahren dasselbe ist.

Die letzte Heize mufs unter schnellem Gebläsewechsel gerührt werden, damit die Luppe eben wird und in der Mitte nicht ein Loch erhält. Bemerkt man diefs, so mufs das Gebläse langsamer gehen. Wenn der Stahl in diesem Zustande der Wirkung des Luftstroms lange ausgesetzt bleibt, so bekommt er eine Eisenhaut, weshalb man das Gebläse zur rechten Zeit in Stillstand setzen mufs. Dieser Zeitpunkt läfst sich theils durch das Anfühlen der Luppe mit der Brechstange bestimmen, indem die Masse ganz hart wird,

theils dadurch, dafs sich an der Brechstange ein kleiner weifser Vogel oder eine gaare Schaale ansetzt. Ist das Gebläse in Stillstand gesetzt, so räumt man die Kohlen und Lösche von der Oberfläche der Luppe ab und läfst sie einige Zeit ruhig stehen, damit sie sich abkühlt und nichts davon am Boden hängen bleibt, wenn sie ausgebrochen wird. Sie wird dann unter dem Hammer in 6, 7 oder 8 Stücken zerhauen. Weil sie auswendig immer etwas roher ist, als in der Mitte, wo sie unmittelbar vom Windstrom getroffen wird, so werden die Schirbel in Gestalt von Pyramiden, deren Spitzen sich im Mittelpunkt der Luppe vereinigen, ausgehauen. Das Ausschmieden findet bei der Bereitung der nächstfolgenden Luppe statt. Der Prozefs erfordert geübte und kräftige Arbeiter wegen des vielen Umrührens im Heerde.

Zu 100 Pfund Preufs. Rohstahl sind 35 bis 36 Rheinl. Kubikfufs Holzkohlen erforderlich. Aus 3 Centnern Roheisen erfolgen zuweilen nur 2 Centner Rohstahl, obgleich sehr geübte Arbeiter, wenn sie gutes leichtflüssiges Roheisen verarbeiten, aus 4 Ctrn. desselben auch wohl 3 Centn. Rohstahl liefern. Wöchentlich können in einem Heerde selten mehr als 25 Ctr. Rohstahl bereitet werden.

Schmelzstahlbereitung aus weifsem, rohschmelzendem Roheisen.

Das Verfahren ist von demjenigen, bei welchem man graues Roheisen anwendet, fast gar nicht verschieden. Nur das Verhalten des weifsgaaren Roheisens bei einem geringen Temperaturgrade in Flufs zu kommen und sich ungleich schneller zu verdicken, macht eine gröfsere Beschleunigung des Processes nöthig und verursacht zugleich, dafs der Stahl gleichartiger ausfällt. Bei dem grauen Roheisen verliert ein Theil des Eisens beim Verdicken zuweilen schon zu viel Kohle, während ein anderer Theil noch sehr roh geblieben ist. Die ungleichartigere Beschaffenheit des Rohstahls aus grauem Roheisen macht eine sorgfältigere Bearbeitung beim Ausschweifsen und Ausschmieden nothwendig. Der Rohstahl aus weifsgaarem Roheisen schmiedet sich leicht und bekommt weniger oft unganze und schiefrige Stellen, welche bei dem Rohstahl aus grauem Roheisen nur mit einem grofsen Zeitverlust beim Ausschmieden verbessert werden können. Deshalb kann ein Hammer bei grauem Roheisen nicht mehr als ein Rohstahlfeuer versehen, wogegen man bei der Verarbeitung von Spiegeleisen mit einem Hammer zu zwei Heerden ausreicht. Bei strengflüssigem grauen Roheisen würden die Schwierigkeiten beim Frischen und Ausschmelzen so grofs werden, dafs daraus mit Vortheil gar kein brauchbarer Rohstahl angefertigt werden kann. Bei gutem weifsgahren Roheisen liefert ein Rohstahlheerd wöchentlich 40 bis 50 Ctr. Rohstahl mit einem Eisenverlust von 25 bis 27 Prozent und mit einem Ver-

brauch von 17 bis 18 Kubikfufs Holzkohlen aus hartem Holz zu 100 preufs. Pfunden Rohstahl.

Man wirft die ausgeschmiedeten Stäbe noch rothglühend in fliefsendes kaltes Wasser, um sie zu härten und dann leicht zerschlagen zu können, wobei zugleich der sprödere oder härtere Stahl (Edelstahl) von dem weichen und eisenartigeren, aus der Mitte der Luppe erfolgenden (Mittelköhr) abgesondert wird.

Auch bei der Anwendung des weifsgahren Roheisens besteht der Process des Rohstahlfrischens darin, dafs die zu einer Luppe bestimmten 6 oder 7 Stücken an Roheisen nach und nach an der Gichtseite eingeschmolzen werden, und dafs man jedesmal nach erfolgtem Einschmelzen eines Stückes die dadurch ganz oder zum Theil minder flüssig gewordene stahlartige Masse im Heerde abermals bis zu einem gewissen Grade wieder gahr werden läfst. Ein solches Stahlfeuer, wie man es im Siegenschen zur Verarbeitung des aus Spatheisensteinen dargestellten weifsen Roheisens (Spiegeleisen) anwendet, ist in Fig. 121. abgebildet. *g* ist der Gichtzacken, *i* die Vorwand, *m* und *o* einzuschmelzende Roheisenplatten, *n* die Form und *u* die Düse.

Auf einigen Rohstahlhütten ist es eingeführt, nach dem Gaarmachen des dritten Stückes (der dritten Heize) und wenn das vierte eingesetzt und eingeschmolzen ist, altes Schmiedeeisen mit in den Heerd zu bringen, wodurch sich der Stahl natürlich früher setzt oder gaar wird. Dieser Zusatz des alten Schmiedeeisens (gaaren Schraats) wird nach dem Einschmelzen der fünften und sechsten Heize wiederholt, so dafs bei einer Luppe zu 2 Theilen Roheisen wohl zuweilen 1 Theil altes Stabeisen verwendet wird. Diefs Verfahren (die sogenannte Schraatschmiederei) trägt zwar zur Vergrösserung der Production bei, erfordert aber eine sehr sorgfältige Arbeit, weil sonst ein sehr ungleichartiger Stahl erzeugt wird.

Auf anderen Hüttenwerken ist es gebräuchlich, die Abfälle von geschmiedetem Eisen bei grofsen Fabriken, z. B. bei Blechhütten, Gewehrfabriken u. s. w. zur Stahlbereitung anzuwenden. Diese Abfälle werden in einem besonderen Heerde (in einer mit Kohlenlösche ausgefütterten Grube) zuerst umgeschmolzen, wodurch man eine mehr roheisenartige als stahlartige Masse erhält, die in einem Frischheerde bei einem langsamen Gebläsewechsel wieder eingeschmolzen und mit einem Theil von den nicht umgeschmolzenen Eisenabfällen versetzt wird.

Für die Drathhütten bereitet man zuweilen eine Art Schmelzstahl, welche wegen ihrer Härte zu den Zieheisen sehr gesucht und geschätzt wird. Dieser Stahl — der sogenannte wilde Stahl oder Willerstahl — ist eigentlich eine Art von Gufsstahl, der aber nur zu dem erwähnten Zweck angewendet wird, weil er wegen seiner aufserordentlichen Härte weder Geschmei-

digkeit noch Schweifsbarkeit besitzt, so dafs er als ein wahres Mittelding zwischen Roheisen und Stahl betrachtet werden mufs. Die Anfertigung dieses Stahls geschieht wie die des gewöhnlichen Rohstahls, nur dafs man die Masse nicht dazu kommen läfst, sich zu einem Kuchen auf den Boden zu setzen, sondern dafs man den Stahl in dem Augenblick aus dem Schlackenloch absticht, wenn er eben aufzukochen und die Kohlen in die Höhe zu heben anfängt, welches jedesmal vor dem Gaarwerden geschieht. Man giebt dem Boden dann einige Neigung nach dem Schlackenloch, damit der Stahl abfliefsen kann.

Schmelzstahlbereitung aus weifsem, gaarschmelzendem Roheisen.

Man bedient sich dazu in Steyermark und zum Theil auch in Tyrol der Flossen von einem etwas übersetzten Gange des Ofens, welche ohne weitere Vorbereitung in beträchtlicher Höhe über der Form, in einem mit Kohlenlösche ausgefütterten Heerd, niedergeschmolzen werden. Diese Heerde gleichen ganz dem Hartzerrennfeuer, nur dafs sie über der Form nicht mit einem Kranz von Mauersteinen umfafst sind, welcher bei der Arbeit in diesen Heerden hinderlich sein würde. Im Gegensatz von den Weichzerrennfeuern, in welchen Roheisen zu Stabeisen verfrischt wird, haben die Rohstahlheerde den Namen Hartzerrennheerde erhalten und müssen nicht mit den eben so genannten Heerden verwechselt werden, in welchen das Roheisen mit grofsem Kohlegehalt nur umgeschmolzen und in Scheiben gerissen wird. Auch der Boden besteht bei diesen Heerden nur aus Kohlenlösche, welche auf einem steinernen oder eisernen Boden festgestampft wird. Die Form liegt 8 Zoll über dem Boden und hat nur eine geringe Neigung in den Heerd. Bei sehr gaar schmelzenden Flossen führt man einen völlig horizontalen oder flachen Wind und giebt der Form nur dann einige Neigung in den Heerd, wenn das Roheisen weniger zum Gaareingehen geneigt ist. Die Umfassungswände der Heerdgrube liegen 12 bis 14 Zoll höher als die Form, um die Kohlen zusammenzuhalten, weil das Roheisen über der Form zum Schmelzen oder zum Erweichen gebracht werden mufs.

Nach der Beschaffenheit der Flossen richtet sich die Stärke des Windes. Ein roherer Gang erfordert einen schwächern Wind als ein gaarer Gang. Gaarende Zuschläge (Hammerabfälle) werden in dem Verhältnifs in gröfserer Menge angewendet, als die Flossen weniger zum Gaargange geneigt sind. In der Regel werden die Flossen, so wie sie vom Schmelzofen kommen, erst bei den Hämmern sortirt. Die luckigen Flossen bestimmt man sogleich zur Stabeisenbereitung, weil sie zu wenig Kohle für die Hartzerrennfeuer enthal-

ten. Spiegelflossen würden höchstens nur in Verbindung mit luckigen Flossen angewendet werden können: indeſs sucht man die Erzeugung derselben beim Blauofen zu vermeiden. Das gewöhnliche Material für die Hartzerrennhämmer sind die blumigen Flossen, welche gleich anwendbar sind, Rohstahl oder Stabeisen zu liefern.

Von dem Arbeiter hängt es ab, den Gang im Feuer zu beobachten und dem Eisen behülflich zu sein, sich in Stabeisen oder Stahl umzuändern. Wenn das Roheisen in den Weichzerrennheerden Neigung zeigt, beim Einrennen eine dichte Luppe zu bilden, so ist dieſs ein Beweis, daſs es zur Rohstahlbildung geeignet ist, und dann vermeidet der Arbeiter, das Eisen wieder in die Höhe zu heben und es dem Windstrom auszusetzen, wodurch es sich in ein härteres oder weicheres Stabeisen umändern würde. Ein geübter Arbeiter erkennt schon am Bruchansehen des Flossenstücks, ob es geneigt ist, sich gleich beim ersten Einrennen zu einer derben Stahlmasse zu setzen, oder ob es zu roh bleiben und es daher noch eines Hebens vor den Wind bedürfen würde, wodurch dann aber die Stahlbildung verhindert und zur Entstehung eines mehr oder weniger harten Stabeisens Anlaſs gegeben wird. Findet er seine Vermuthung durch den Gang im Feuer bestätigt, so ist es ihm leicht, die Stahlbildung durch ein schnelles Heben der Form zu befördern und den Wind dadurch mehr von der Masse abzuleiten, die im Heerde niedergeschmolzen ist. Bei einem richtigen Sortiren der Flossen kommt indessen nicht so leicht der Fall vor, daſs dieselben wegen eines zu gaaren oder wegen eines zu rohen Ganges (welcher letztere das abermalige Heben des niedergeschmolzenen Eisens nothwendig machen und dadurch dann die Abscheidung von einer zu groſsen Menge Kohlen herbeiführen würde) auf Stabeisen benutzt werden müſsten. In der Regel hilft man sich durch ein schnelleres oder langsameres Niederschmelzen, so wie es der gaarere oder rohere Gang im Heerde jedesmal erfordert. Zuweilen werden auch die Flossen für den Hartzerrennhammer gebraten, jedoch sehr wenig, nämlich nur so viel, daſs sie beim Einhalten der Zange im Feuer nicht abspringen. Man packt die Flossen auf dieselbe Weise, wie in den Weichzerrennfeuern, in Zangen und bringt diese in dem Verhältniſs, wie das Ausschmieden vorschreitet, ins Feuer und näher vor den Wind. Wenn die dritte oder die letzte Zange abgeschmolzen ist, so bleibt die Luppe noch eine halbe Stunde im Heerde, weil sie sonst unter dem Hammer zerfahren würde.

In einer Tagesschicht (denn in der Nacht wird nicht gearbeitet) macht man 3 Einrennen oder Schmelzen, jedes zu 160 Pfund, so daſs in einem Heerde wöchentlich oder in 6 Schichten etwa 24 Centner Rohstahl erzeugt werden. Der Eisenverlust beträgt 10 bis 14 Procent von den rohen Flossen, und der Kohlenaufwand zu 100 Preuſs. Pfunden Rohstahl ist zu 28 Kubik-

fufs rheinl. anzunehmen. Die Kohlen sind aus weichem Holz und der Verbrauch würde wahrscheinlich geringer sein, wenn die Arbeit ununterbrochen Tag und Nacht fortgesetzt würde. Die von der zerschrotenen Luppe erhaltenen Stücken werden bei dem nächsten Einrennen ausgeheizt und zu Quadratstäben ausgeschmiedet, welche man sogleich in kaltes fliefsendes Wasser wirft, um sie nach dem Ablöschen zu zerschlagen und zu sortiren. Bei diesem Sortiren beobachtet man eine grofse Sorgfalt, die um so nöthiger ist, je ungleichartiger die Beschaffenheit des Stahls ausfällt.

Man unterscheidet den Rohstahl (Rauhstahl), welcher zur weitern Verarbeitung an die Raffinirheerde abgegeben wird, den Mock, einen weichen Stahl, welcher nur zu rohen Schneidewaaren, zu Sensen, Sicheln, Beilen, Aexten etc. verarbeitet und als roher, nicht gegerbter Rohstahl verkauft wird, und endlich das Zwittereisen, nämlich stahlartiges Stabeisen, welches in den Streckfeuern zu Stabeisenstkben ausgezogen und als eine härtere Stabeisensorte in den Handel gebracht wird. Die Stahlstäbe, welche nach dem Ablöschen leichten Schlägen nachgeben und brechen, werden als Rauhstahl angesehen; brechen sie aber nur nach starken Schlägen oder gar nicht, so geben sie Mock und Zwittereisen, welche demnächst noch nach dem mehr oder weniger stahlartigen Ansehen auf der Bruchfläche sortirt werden.

Der Rohstahl wird indefs vor dem Raffiniren abermals sortirt, und dabei kann nur allein das Bruchansehen das Anhalten geben. Der Rohstahl, welcher nach dem Raffiniren den weichsten Stahl giebt, der den Mock indefs an Güte übertrifft, wird Zwickschmiedestahl genannt. Mittelzeug nennt man den gewöhnlich guten Stahl; der beste, härteste und festeste Stahl wird Scharsachstahl genannt. Selten und nur bei besondern Bestellungen hält man noch den Münz- oder Meifselstahl aus, welcher von vorzüglicher Güte ist und nicht raffinirt wird.

Die Steyersche Rohstahlfrischerei aus gaarschmelzendem Roheisen ist also ebenfalls ein unvollkommener Prozefs, obgleich er wegen der guten Beschaffenheit des Materials ein gutes Produkt liefert, dessen guter Ruf im Handel jedoch nur ganz allein darauf beruht, dafs auf das Sortiren die gröfste Sorgfalt verwendet, und dafs dabei mit grofser Gewissenhaftigkeit verfahren wird. Die ungleichartige Beschaffenheit des Rohstahls wird durch das Raffiniren zwar etwas ausgeglichen, indefs läfst sich der Steyerschen Rohstahlschmelzerei mit Recht der Vorwurf machen, dafs sie mit einem ungewissen Erfolge arbeitet, obgleich derselbe mehr von den Eigenschaften des Materials als von der Geschicklichkeit des Arbeiters abhängig wird.

Auf einigen Hüttenwerken in Tyrol ist es eine wirkliche Betriebseinrichtung, dafs bei den Weichzerrennheerden die zweite Luppe in jeder Schicht auf Stahl bei demselben Feuerbau verarbeitet wird. Man sucht dazu die dünn-

sten (also die am mehrsten Kohle haltenden) Scheiben aus, welche man auch schneller einschmelzt und weniger mit gaaren Zuschlägen versetzt, als die Scheiben zum ersten und dritten Einschmelzen, welche auf Stabeisen verarbeitet werden. Es findet nämlich in Tyrol ebenfalls die Einrichtung statt, dafs die Arbeit in den Frischheerden nicht ununterbrochen fortgeht, sondern dafs nur eine Tagesschicht gemacht wird, welche aus drei Schmelzen (jede etwa zu 4 Stunden Zeit) besteht.

Schmelzstahlbereitung aus weifsem Roheisen mit einer Vorbereitung desselben.

Die Rohstahlfrischerei, welche das Roheisen für den Frischprozefs vorbereitet, ist in Deutschland unter dem Namen des Brescianarbeit bekannt. Die Vorbereitung besteht (wie bei der Hart- und Weichzerrennfrischarbeit) darin, dafs das Roheisen in demselben Heerde erst eingeschmolzen (eingerennt) und dann durch einen darauf folgenden Prozefs gefrischt (gekocht) wird. Bei der Brescianarbeit pflegt man die Scheiben oder Blattln nicht so, sondern Böden zu nennen, und giebt den unmittelbar bei den Schmelzöfen gerissenen (gehobenen) Böden den Namen saure Böden, wogegen unter dem Namen süfser Böden das im Heerde umgeschmolzene weifse Roheisen zu verstehen ist.

D i e u n ä c h t e B r e s c i a n a r b e i t. — Sie bringt die in demselben Heerde vorher gehobenen Böden auf dieselbe Weise zur Gaare, wie Steyersche Hartzerrennhämmer das weifse gaarschmelzende Roheisen. Der ganze Unterschied zwischen beiden Verfahrungsarten besteht also nur darin, dafs die Brescianschmiede das weifse Roheisen durch das Einrennen und Scheibenreifsen (B o d e n h e b e n) erst in den Zustand versetzt, in welchem die Steyerschen Hartzerrennfeuer ihr Material unmittelbar von den Schmelzöfen erhalten. Die unächte Brescianschmiede ist also aus früher entwickelten Gründen in sofern ein vollkommener Prozefs als sie ein besseres Produkt liefern könnte, obgleich sie mit einem gröfsern Aufwande an Eisen und Kohlen arbeitet.

Die unächte Brescianschmiede wird in Krain und auf einigen Brescianhämmern in Kärnthen angetroffen. Obgleich es bei dieser Arbeit gleichgültig wäre, ob das Bodenheben in demselben oder in einem besondern Heerde vorgenommen wird, so ist es doch allgemein eingeführt, dafs das Bodenheben und das darauf folgende Kochen der Böden in einem und demselben Heerde stattfindet. Alle Brescianhämmer wählen die blumigen Flossen zum Einrennen vorzüglich gern, und nur wenn diese nicht zu erhalten sind, sucht man sich dadurch zu helfen, dafs man harte und weiche Flossen (Spiegeleisen und luckige Flossen) gleichzeitig einrennt. Die gehobenen Böden werden niemals

gebraten; aber auch niemals wendet die unächte Brescianschmiede unmittelbar vom Schmelzofen gehobene Böden an, weil diese zum Kochen noch nicht hinlänglich entkohlt sind.

Die unächte Brescianarbeit fängt damit an, sich eine Quantität Böden zu verschaffen. Das Feuer ist zwar gewöhnlich aus eisernen Platten zusammengesetzt, allein der Boden des Heerdes mufs aus Kohlenlösche bestehen, mit welcher das ganze Feuer ausgefüttert wird. Nachdem 5 bis 6 Flossen eingerennt sind, wird zum Heben der Böden geschritten. Weil die Flossen selbst schon weniger Kohle enthalten als das leichtflüssige graue Roheisen, und weil sie durch das Einrennen noch etwas von ihrem Kohlegehalt verlieren, so fallen die Böden immer weit stärker aus als die Scheiben unmittelbar von Schmelzöfen.

Auf das Bodenheben folgt das Kochen der Böden. Die Feuergrube wird ausgeräumt, mit Kohlen angefüllt und es werden etwa 2 Centner Böden auf der Gicht, der Form gegenüber, angesetzt. Zeigt sich bei dem langsamen Einschmelzen ein roher oder ein zu hitziger Gang, so wendet man gaarende Zuschläge an. Sollte sich die Masse zu schnell verdicken, und auch ein stärkerer Wind keine Aenderung bewirken, so befördert man die Abscheidung der Schlacke durch einen kleinen Zusatz von Quarz, welcher augenblicklich eine gröfserc Flüssigkeit im Heerde hervorbringt und zur Bildung von Schlacke Anlafs giebt, die den Windstrom von dem Eisen abhält. Während des Einschmelzens zur Luppe oder zur Cotta, findet auch das Ausschmelzen der vorigen Gotta statt. Die Luppe wird in zwei Theile (Machelli) zerhauen. Mit dem Ausheizen derselben wird bei jeder Cotta der Anfang gemacht. Die Machelle werden wieder ein jedes in vier Kölbchen (Tagoli) zerstückt, so dafs jede Cotta acht Tagolen giebt, welche während des Cottamachens ausgeheizt, unter dem Hammer zu Stäben ausgezogen und in der Mitte durchschroten werden. Jede Cotta giebt also 18 solcher Stahlstäbe (Rapilli), welche in einem besondern Streckfeuer zu verkaufbarem Stahl ausgereckt werden. Weder die unächte noch die Brescianschmiede raffinirt ihre Produkte. Man macht von dem Stahl, je nachdem er bei dem Zerschlagen der gehärteten Stäbe eine Rose auf der Bruchfläche zeigt oder nicht, zwei Sorten, nämlich Brescian und Romaner. Der Brescian ist der bessere und härtere, und zerfällt wieder in den flachen (Azzolon) und in vierkantigen (Brescian- oder Kistenstahl); der Romaner ist der weiche und schlechtere Stahl.

Die unächte Brescianschmiede macht täglich 3 Cotten, zu welchen jedesmal die Böden zuerst gehoben werden. Ein Heerd liefert wöchentlich 25 bis 30 Centner Stahl mit einem Eisenabgang von 25 bis 28 Proc. Der Kohlenverbrauch, mit Einschlufs desjenigen in der Streckhütte, soll zu 100 Pfund

Stahl gegen 50 rheinl. Kubikfufs Kohlen aus weichem Holz betragen, obgleich sich der Grund zu einem so aufserordentlich hohen Kohlenverbrauch nicht einsehen läfst. Von dem Brescian und Romaner werden nach ihrer verschiedenen Güte noch mehrere Unterabtheilungen gemacht.

Die ächte Brescianarbeit wird in Tyrol, in dem gröfsten Theil von Kärnthen und auf einigen wenigen Rohstahlwerken in Steyermark angewendet, und bedient sich derselben Roheisen wie die unächte Brescianschmiede, mit welcher sie auch gleiche Produkte mit gleichem Aufwande an Eisen und Kohlen liefert. Sie unterscheidet sich von der unächten Brescianschmiede nur dadurch, dafs sie die Böden nicht unmittelbar nach dem erfolgten Einrennen hebt (aus dem Heerde nimmt), sondern dafs das eingeschmolzene Eisen, oder der sogen. Sauer, die Grundlage für die Gotta oder Cotta bildet, welche aus dem Sauer von dem zunächst vorhergegangenen Einschmelzen gekocht wird. Der Sauer liefert also das Material (die süfsen Böden) für die nächstfolgende Tagesschicht. Der Anfang der Arbeit wird, wie bei der unächten Brescianarbeit, mit dem Einschmelzen der Flossen gemacht. Wenn sich die aus festgestampfter Kohlenlösche gebildete Feuergrube schon zum Theil mit eingeschmolzenem Roheisen angefüllt hat, so wird zum Ausheizen der Machelli von der vorigen Gotta geschritten, damit die Machelli schon eine Masse im Heerde finden, durch welche sie vor der Einwirkung der trocknen Hitze geschützt werden. Mit dem Einschmelzen der Flossen zu Sauer fährt man so lange fort, als mit Rücksicht auf die mit dem Sauer zu erzeugende Cotta, noch Raum im Heerde vorhanden ist. Weil dieser Sauer aber zugleich die Böden für die 3 Cotten der nächstfolgenden Tagesschicht hergeben mufs, so dürfen doch nicht weniger als 5 bis 6 Centner Flossen eingeschmolzen werden, weshalb die Feuergrube eine dieser Bestimmung angemessene Gröfse erhalten mufs.

Bei dem Einschmelzen der Flossen oder bei der Anfertigung des Sauers ist es nothwendig, einen zu steifen Gang im Heerde zu vermeiden, weshalb nöthigenfalls etwas Quarz zugesetzt wird. Nach erfolgtem Einschmelzen der Flossen wird der Heerd von Kohlen entblöfst — hinterhalten — und Sinter oder Hammerstockschlacke (Skaja) in die flüssige Eisenmasse gebracht, die mit diesen Zuschlägen mittels hölzerner Birkenstangen so lange gerührt wird, bis sie anfängt fest zu werden und oben eine Kruste zu erhalten. Diese Kruste ist die Unterlage für die nun folgenden, in einer Schicht zu erzeugenden 3 Cotten.

Zu einer Cotta wendet man nach Umständen $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ süfse oder weifse Böden von der vorigen Tagesschicht und $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ saure Böden an, je nachdem die süfsen Böden mehr oder weniger entkohlt sind. Auch mufs die Beschaffenheit der sauren Böden natürlich auf das Verhältnifs von beiden Ein-

flufs haben. Sobald die Böden — in derselben Art wie bei der unächten Brescianschmiede — eingeschmolzen sind, wird die Cotta ausgebrochen, zerhauen etc., worauf süfse und saure Böden zur zweiten Cotta angesetzt werden. Nach der zweiten folgt die Anwendung der dritten Cotta, und sobald auch diese zerschroten ist, wird der Sauer, welcher den drei Cotten als Frischboden oder als Unterlage diente, ausgebrochen, um die süfsen Böden für die in der künftigen Schicht zu erzeugenden drei Cotten zu geben. Der Sauer wird in der Gestalt von unförmlich dicken Böden, gröfstentheils aber in einzelnen Stücken aus dem Feuer genommen. Die erste Cotta erfordert eine Zeit von 6 bis 7 Stunden, weil vorher der Sauer gemacht werden mufs. Die folgenden beiden Cotten sind eine jede in einer Zeit von etwa 4 Stunden angefertigt, so dafs die Tagesschicht 14 bis 15 Stunden dauert. Das Ausbrechen der Cotten geschieht gewöhnlich erst $\frac{1}{4}$ Stunde später als die letzten Böden eingeschmolzen sind, weil die Masse sonst nicht zusammenhalten würde.

Man unterscheidet ebenfalls Brescian- und Romaner-Stahl mit mehreren Unterabtheilungen, zu welchen theils die Rosen, theils der Grad der Zersprengbarkeit der Stäbe, theils das Bruchansehen das Anhalten geben. Den eisenartigen Stahl oder den Ausschufs und alle Abgänge (Refudi), wendet man theils beim Einschmelzen der Flossen zu Sauer, theils beim Cottakochen selbst als Zuschläge, in den Fällen an, wenn es zu roh im Feuer geht. Die unächte Brescianschmiede bedient sich der Refudi zu demselben Zweck, sowohl beim Bodenheben als beim Cottakochen.

Die ächte Brescianschmiede liefert von einem Heerde wöchentlich 25 bis 30 Centner Stahl mit nicht geringerm Aufwand von Eisen und Kohlen wie die unächte. — Um die Kruste des Sauers nicht zu verletzen, und um zu verhüten, dafs sich die Cotten nicht zu tief einfressen, mufs ein flüssiger Gang beim Cottakochen, welcher auch aufserdem dem Gaarwerden hinderlich sein würde, vermieden werden. Bei dem langsamen Einschmelzen und bei der schon ziemlich gaaren Beschaffenheit der weifsen oder der süfsen Böden, ist ein roher Gang so leicht nicht zu befürchten; sollte er aber eintreten, so müssen gaarende Zuschläge oder auch Refudi in gröfserer Menge angewendet werden.

Die Cement- oder Brennstahlbereitung.

Durch das anhaltende Glühen des Stabeisens mit Kohle ohne Luftzutritt ändert sich das Eisen immer in Stahl, und niemals in Roheisen um, so lange die Glühhitze den Grad der Temperatur, bei welchem die Schmelzung erfolgt, noch nicht erreicht hat. Wird das mit Kohle lange cementirte

Eisen plötzlich im Wasser abgelöscht, so erhält man gehärteten Stahl von allen Graden der Härte. Erkalten die Stäbe langsam, so bildet sich wieder Stahl. War die Temperatur bis zum Schmelzen gesteigert, so würde bei plötzlichem Erstarren weifses Roheisen entstehen. Weil aber die Erstarrung des durch ein Versehen bei der Arbeit flüssig gewordenen Metalles immer nur langsam erfolgt, so findet sich der durch einen Zufall geschmolzene Cementstahl stets in graues Roheisen verwandelt. Diese Erfolge entsprechen ganz dem Verhalten der Kohle mit dem Eisen in den verschiedenen Graden der Temperatur und bei dem langsamen oder plötzlichen Erstarren. Damit sich die Kohle im reinen Zustande als Graphit ausscheiden kann, bedarf es immer nicht nur eines vollkommenen flüssigen Zustandes der Masse, sondern auch eines die Schmelzhitze noch übertreffenden Hitzgrades, verbunden mit einer langsamen Erstarrung. Die in dem Cementirkasten langsam erkalteten Stahlstäbe verhalten sich sehr spröde und brüchig, und an diesem Verhalten läfst es sich erkennen, ob die Verwandlung des Eisens in Stahl langsam stattgefunden hat. Die Ursache dieser Brüchigkeit ist schwer zu erklären. Es scheint dabei blos eine mechanische Ursache, nämlich eine Auflockerung und Trennung der Eisentheilchen zum Grunde zu liegen; denn eine Folge der Härte ist sie durchaus nicht, weil die langsam erkalteten Stäbe keine bedeutend gröfsere Härte zeigen als das Stahleisen, aus welchem der Cementstahl entstanden ist. Durch das Cementiren läfst sich der härteste und der weichste Stahl darstellen, weil man es ganz in seiner Gewalt hat, den Prozefs aufhören zu lassen oder länger fortzusetzen. Aber der Brennstahl besitzt nicht die Eigenschaften, welche man von einem vorzüglichen Stahl erwartet. Durch das blofse Glühen des Eisens mit Kohle, oder um die Masse in einen tropfbarflüssigen Zustand zu setzen, erfolgt keine gleichartige Verbindung beider Körper. Die äufsern Schichten des Eisens sind schon Stahl, wenn der mittlere Kern noch Eisen ist; jene sind schon zu härterem Stahl geworden, wenn dieser weicher Stahl zu werden beginnt etc. Bei dünnern Stäben müfste sich diese Ungleichartigkeit in einem geringeren Grade offenbaren, als bei dickern Stäben, und so ist es auch wirklich. Aber ökonomische Rücksichten gestatten es nicht, das zu cementirende Eisen in dünnen Stäben anzuwenden. Man gebraucht daher ein anderes Mittel, dem Cementstahl eine gröfsere Gleichartigkeit zu verschaffen, nämlich das Raffiniren. Dadurch läfst sich indessen die Gleichartigkeit nur bis zu einem gewissen Grade hervorbringen; auch verliert der Stahl durch die unvermeidliche Einwirkung der atmosphärischen Luft beim Raffiniren um so mehr von seiner Härte, je mehr man die Gleichartigkeit durch wiederholtes Raffiniren befördern will. Ganz gleichartig würde der Stahl nur dann werden, wenn er geschmolzen und im flüssigen Zustande anhaltend umgerührt wird.

Im Grofsen bewirkt man die Umwandlung des Stabeisens in Stahl durch Cementation mit Kohlen dadurch, dafs man das zu cementirende Stabeisen in verschlossenen Gefäfsen oder in Kästen mit Kohlenstaub schichtet, und die besetzten Kasten in besondern Oefen — Brennstahlöfen, Cementiröfen — so lange in Glühhitze erhält, bis das Eisen hinlänglich mit Kohle durchdrungen ist. Wegen des grofsen Gewichts der beladenen Kästen, und weil dieselben aus Massen angefertigt werden müssen, welche keine Stöfse und Erschütterungen aushalten, richtet man die Kästen nicht beweglich ein, sondern setzt sie unmittelbar mit dem Heerde der Oefen in Verbindung. Die Cementirkästen sind 6 bis 16 Fufs lang, 26 bis 36 Zoll breit und 28 bis 36 Zoll hoch. Eine zu grofse Breite ist nachtheilig, weil die in der Mitte des Kastens liegenden Stäbe nicht hinlänglich erhitzt werden können, indem die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist. Man fertigt die Kästen aus feuerbeständigem Thon oder aus feuerfesten Ziegeln an. Der Thon darf nicht so fett sein, dafs er aufreifst. Die Wände werden einige Zoll dick gemacht, und bei dem ersten Anwärmen mufs grofse Vorsicht angewendet werden, damit nicht Risse entstehen, durch welche die atmosphärische Luft in den Kasten treten würde. Am bequemsten ist es, die Kästen aus feuerfesten Thonziegeln, und die Ziegeln möglichst lang und breit zu machen. Die Ziegelplatten erhalten dann übereinander greifende Falze, um sie genau miteinander zu verbinden. Häufig setzt man auch die beiden kurzen Seitenwände der Kästen mit den Seitenmauern des Ofens unmittelbar in Verbindung, so dafs der Kasten nun aus drei Wänden, nämlich aus dem Boden und den beiden langen Seitenwänden besteht. Oft giebt man dem Kasten aber auch besondere kurze Seitenwände und setzt ihn aus fünf Flächen, nämlich dem Boden, aus den beiden langen und den beiden schmalen Seitenwänden zusammen.

Die Oefen, in welchen die Cementirkästen der Glühhitze ausgesetzt werden, müssen im Allgemeinen so beschaffen sein, dafs durch eine unverhältnifsmäfsig grofse Höhe und Weite die Hitze nicht zerstreut und von den Kästen abgeleitet wird, dafs die Kästen von allen Seiten gleich stark erhitzt werden, und dafs man die Hitze durch Register oder durch Zugöffnungen zu stimmen, nämlich nach den Umständen zu schwächen oder zu verstärken im Stande ist. Daher dürfen auch die Kästen mit ihren Böden nicht unmittelbar auf den Heerd des Ofens gestellt werden, sondern sie müssen auf Unterlagen und hohl stehen, damit sie von der glühenden Luft oder von der Flamme überall getroffen und umspielt werden können. Das Gewölbe, unter welchem die Kästen stehen, mufs ferner möglichst niedrig sein, damit die Kästen oben nicht kalt bleiben. Den Grad der Hitze pflegt man gewöhnlich durch Oeffnungen im Gewölbe des Ofens, die man noch mit aufgesetzten

Röhren (Windpfeifen) versehen kann, und die Luftmenge zu reguliren, welche man zu dem Brennmaterial strömen läfst.

Als Brennmaterial für die Cementiröfen bediente man sich früher der Holzkohlen, jetzt fast nur des Holzes und der Steinkohlen, indem man die Kästen durch die glühenden Kohlen nicht unmittelbar, sondern durch die Flamme des verbrennenden, nicht verkohlten Brennmaterials in Glühhitze erhält. Auch guter Torf kann, bei gehöriger Einrichtung der Feuerung, sehr füglich angewendet werden. Bei den Cementiröfen, welche mit Holzkohlen gefeuert werden, stehen die Kästen in der Mitte eines Gewölbes, welches der Ofen bildet, der eigentlich blos aus einem hohlen Raum besteht, welcher aufser den Cementirkästen noch mit glühenden Kohlen angefüllt ist. Die Kästen stehen nicht unmittelbar auf der Sohle des Ofens, sondern auf kleinen Erhöhungen, weil sich unten an der Sohle die Oeffnungen zum Zuströmen der atmosphärischen Luft befinden. Das Gewölbe des Ofens ist mit Oeffnungen zum Ausströmen der Flamme versehen, von deren weiterem Oeffnen oder engerem Schliefsen die Intensität der beim Verbrennen der Kohlen sich entwickelnden Hitze abhängt.

Man erkennt an der Farbe der Flamme und der Windpfeifen, ob alle Zugöffnungen einen gleich starken Zug haben, ob die eine mehr geschlossen, die andere mehr geöffnet, ob eine stärkere Hitze überhaupt gegeben werden mufs u. s. f. Bei der Beendigung eines Brandes müssen alle Pfeifen gleichmäfsig stark erhitzt und weifsglühend sein. Das Nachfüllen der Kohlen geschieht durch Röhren, welche unter der Kuppel oder unter dem Gewölbe des Ofens angebracht sind, und durch welche der Ofen beständig mit Kohlen gefüllt erhalten wird. Man darf die Kohlen nicht zu tief niederbrennen lassen, weil der Ofen dadurch zu sehr abgekühlt wird. Deshalb sind die Röhren immer mit Kohlen angefüllt, welche schon vorläufig angeglüht sind, ehe sie in den Ofen rücken. Diese Oefen verzehren eine grofse Menge von Kohlen, die theilweise ohne bedeutende Wirkung verbrennen, weshalb man die Anwendung der Holzkohlen nur noch sehr selten und auf alten Hüttenwerken antrifft.

Fast ganz allein sind die Stahlcementiröfen jetzt auf Flammenfeuerung eingerichtet. Man mag sich dazu eines Brennmaterials bedienen, welches man will, so haben die Cementiröfen doch in der Hauptsache dieselbe Construction, und weichen blos darin von einander ab, dafs die Steinkohlenöfen kleinere und engere, die Holzöfen gröfsere und weitere Feuerungsräume erfordern. Bei einer bedeutenden Länge der Cementirkästen und der Oefen wird das Brennmaterial von zwei entgegengesetzten Seiten des Ofens auf den Rost gebracht, um die Hitze gleichmäfsiger zu vertheilen. Der Rost oder die Feuergasse theilt den eigentlichen Heerd des Ofens, auf welchem die

Cementirkästen stehen, in zwei Hälften. Man giebt dem Heerde aber immer die viereckige Gestalt, weil auch die Kästen eckig sind. Die söhlige Entfernung des Rostes in der Feuergasse von der Heerdfläche ist eben so, wie seine Breite, von der Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig. Bei Holzfeuerung und bei Steinkohlen, die viel Flamme geben, liegt der Rost tiefer als bei magern Kohlen. Wenn die Feuerung mit Holz geschieht, so mufs der Rost breit sein, um mehr Brennmaterial fassen zu können. Dadurch wird auch der Ofen breiter, und das Gewölbe über dem Heerde und den Kästen höher. Es entsteht dadurch nicht allein zwischen den beiden Kästen, sondern auch über denselben ein weiter Raum, den man zweckmäfsig dazu benutzt hat, noch einen dritten Kasten auf durchbrochenen gewölbten Bogen über der Feuergasse, oder auf einer sogenannten Gurtmauerung aufzustellen.

Bei der Steinkohlenfeuerung ist ein so breiter Rost nicht erforderlich, weshalb auch der ganze Ofen eine geringere Breite, so wie das Gewölbe eine geringere Höhe erhält; aber auch bei diesen mit zwei Kästen eingerichteten Oefen spannt man über den Rost eine Gurtmauerung oder durchbrochene Bogen, damit der von dem Rost aufsteigende Flammenstrom ein Hindernifs findet und nicht unmittelbar oben aus den Oeffnungen im Gewölbe einen Abzug sucht, sondern nach beiden Seiten unter dem hohlstehenden Boden der Kästen abgelenkt wird und sich nach allen Theilen des Ofens gleichförmiger verbreitet. Die Kuppel oder das Gewölbe des Ofens besteht aus feuerfestem Thon oder Thonziegeln. Die Oeffnungen im Gewölbe, welche zum Abzuge der Flamme dienen, sind mit Schiebern oder mit einem passenden Thondeckel versehen, um sie ganz verschliefsen oder mehr und weniger öffnen zu können.

Der in Fig. 122. und 123. (Taf. X.) in senkrechtem und horizontalem Durchmesser dargestellte Cementirofen ist zu Scheffield in England im Betriebe. An diesen Abbildungen bedeuten:

a, a die Cementirkästen aus feuerfestem Thon, in welchen das Stabeisen mit dem Cementirpulver eingeschichtet wird.

b, b Züge, mittels denen das Feuer die Kästen von allen Seiten umspielt.

c, c Oeffnungen an den beiden langen Seiten des Ofens, welche nach den Schornsteinen

d, d an den vier Ecken des Ofens führen. Durch beide wird, wie schon bemerkt, die Hitze regulirt.

e Oeffnung in der Mitte des flachen Gewölbes von dem Ofen, welche zum Abzug des Rauchs und der Flammen dient.

f, f Oeffnungen in einer der schmälern Seitenwände des Ofens, durch welche die Stäbe hinein- und herausgereicht werden.

g das Loch, durch welches der Stahlbrenner in den Ofen gelangen kann,

theils um die Kästen zu laden, theils nach dem Brennen zu entleeren. Während der Arbeit ist diese Oeffnung vermauert.

h, *h* Oeffnungen zum Einschieben und Herausziehen der Probestäbe.

Der Ofen steht unter einem conischen Rauchmantel, wie sie in England überall gewöhnlich sind.

Bei dem zur Cementstahlbereitung anzuwendenden Stabeisen sind sowohl die innere Beschaffenheit desselben als die äufsere Gestalt zu berücksichtigen. Das harte, körnige, aber dabei feste und zähe Stabeisen ist dem weichen und zähen Eisen vorzuziehen, weil es mehr zum Stahlwerden geneigt ist. Alles Eisen, welches schon durch Schiefern und Aschenflecken seine unganze und fehlerhafte Beschaffenheit äufserlich zu erkennen giebt, mufs ganz vermieden werden, weil die Brüchigkeit des Eisens durch die Umwandlung in Stahl noch bemerkbarer wird und einen spröden, unbrauchbaren Stahl erwarten läfst. Langrisse deuten zwar auf zähes, aber auf weiches, sehniges Eisen, welches zur Stahlbereitung wenig geeignet ist. Die Breite der Eisenstäbe ist ziemlich gleichgültig, gewöhnlich beträgt sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll. Die Dicke der Stäbe sollte nicht über $\frac{3}{8}$ Zoll betragen, weil dickere Stäbe eine länger anhaltende und stärkere Hitze erfordern, um ganz durchgebrannt zu werden, wobei der innere Kern und die äufsern Schichten sehr verschiedenen Kohlegehalt haben. Dünnere Stäbe können nachtheilig werden, weil sie die Hitze in den Cementirkästen wegen der schlechten Wärmeleitung der Kohle nicht gehörig verbreiten. Die Länge der Stäbe richtet sich nach der Länge der Kästen. Weil sich der Stahl in der Glühhitze etwa um $\frac{1}{120}$ seiner Länge ausdehnt, so mufs darauf Rücksicht genommen werden, damit die Stäbe nicht die Kästen zersprengen. Das Cementirpulver, mit welchem das Stabeisen in den Kästen geschichtet wird, ist Kohlenpulver oder mufs wenigstens Kohle enthalten. Aus Réaumur's sehr mühsamen Versuchen geht hervor, dafs ein Gemenge aus 2 Theilen Rufs, 1 Kohlenstaub, 1 Asche und $1\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Kochsalz ein besonders gutes Cementirpulver ist, und dafs nächstdem der Graphit mit sehr gutem Erfolge angewendet werden kann. Der Nutzen des Kochsalzzusatzes läfst sich theoretisch noch nicht erklären. Es ist möglich, dafs der Chlor Basen verflüchtigt, die aus der Kohle reducirt werden und an das Eisen treten würden, wenn kein Kochsalz vorhanden ist. Eben so wenig ist der Nutzen des Zusatzes von Asche zu erklären, wovon man auch jetzt noch Gebrauch macht, indem man das Kohlenpulver mit dem zehnten Theil Asche versetzt. Vielleicht wirkt sie blos mechanisch, um die zu schleunige Einwirkung der Kohle auf das Eisen zu vermindern und eine gleichartigere Durchdringung der vom Eisen schon aufgenommenen Kohle zu bewirken, ehe ein neuer Zuschufs von Kohle von aufsen erfolgen kann.

Eine zu feine mechanische Zertheilung der Kohle ist nachtheilig, weil Eisen und Kohle eine so dichte Masse in dem Kasten bilden, dafs die Wärme weniger gut als bei einem etwas mehr aufgelockerten Zustande des Cementpulvers geleitet wird. Aus demselben Grunde dürfen auch die Zwischenräume zwischen den Eisenstäben in den Cementirkästen nicht zu grofs sein. Mann stellt die zu cementirenden Stäbe auf ihrer hohen Kante neben einander und füllt die Zwischenräume von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll zwischen je zwei Stäben mit dem Cementpulver aus. Ist die untere Schicht eingesetzt, so bedeckt man sie mit einer $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll starken Lage von Kohlenstaub, und setzt die zweite, dann die dritte Schicht u. s. f. ein, bis die Kästen so weit angefüllt sind, dafs nur noch 6 Zoll bis zu ihrer völligen Ausfüllung fehlen. Dieser Raum wird mit dem schon gebrauchten Cementpulver von den vorigen Bränden angefüllt, welches dann eine Decke von lockerem und unschmelzbarem Sand erhält, der so hoch aufgehäuft wird, als es, ohne hinabzugleiten, möglich ist. Bedient man sich statt des Sandes fester Deckel aus Thonplatten oder aus feuerfesten Ziegeln, so müssen die Kästen mit Kohlenpulver ganz ausgefüllt und die oberste Schicht des zu cementirenden Eisens mufs wenigstens 6 Zoll hoch mit dem Cementpulver bedeckt sein. Nach dem Besetzen der Kästen werden die Oeffnungen, durch welche der Arbeiter und die Eisenstäbe in den Ofen gelangten, wieder zugemauert, und man schreitet zum Anfeuern des Ofens.

Zuerst findet ein langsames Anwärmen statt, worauf man die Hitze bis zum Weifsglühen verstärkt (oder bis zu einem Hitzgrade von etwa 90° Wedgw.) und den Ofen ununterbrochen so lange in dieser Hitze erhält, bis die herausgezogenen Probestäbe ein völliges Durchbrennen des Eisens anzeigen, worauf der Ofen dann langsam abgekühlt werden kann. Die Dauer des Brandes hängt von der Beschaffenheit des Brennmaterials, von der Gröfse der Oefen, von der Dicke der Stäbe und von der Stärke des Luftzuges ab. In kleinern Oefen kann ein Brand schon in vier Tagen beendigt sein, wogegen bei gröfseren Oefen 10—20 Tage erforderlich sind. Die Menge des einzusetzenden Eisens richtet sich natürlich ganz nach der Gröfse der Kästen und der Oefen. Man wendet Oefen an, welche nur mit 10 Centnern, und andere, welche mit 150 Centnern und darüber besetzt werden. Den Grad der Hitze zu bestimmen, ist bei neuen Oefen, deren Heizkraft man noch nicht kennt, sehr schwierig. Sehr schnelle und starke Hitze befördert zwar die Cementation, gibt aber einen ungleichartigeren Stahl als die Anwendung einer lange anhalteuden und nicht so sehr gesteigerten Hitze, dafs ein theilweise erfolgendes Schmelzen der Stäbe zu befürchten ist.

Während der Dauer des Brandes sinkt die Masse in dem Kasten etwas zusammen, weshalb eine Decke von lockerem Sande den festen Bedeckungen

vorzuziehen ist. Die Probestäbe müssen in denselben Dimensionen wie das zu cementirende Eisen überhaupt angewendet werden. Der Fortgang der Cementation läfst sich auf der Bruchfläche der Probestäbe deutlich bemerken. Zuerst fängt die Stahlbildung an den Oberflächen an und pflanzt sich bis zur Mitte des Stabes fort. Ist kein Eisenkern mehr zu bemerken, so wird mit dem Nachfeuern eingehalten, und man läfst den Ofen sehr langsam erkalten, wozu bei gröfseren Oefen mehrere Tage erforderlich sind.

Die durchgebrannten Stahlstäbe finden sich überall mit Blasen bedeckt, welche um so gröfser sind, je undichter das Eisen war. Deshalb nennt man den rohen, noch nicht raffinirten Brennstahl auch wohl Blasenstahl. Diese Blasen werden wahrscheinlich durch ein aus der innern Masse des Eisens entweichendes Gas (Kohlenoxydgas?) gebildet, welches durch die Einwirkung der Kohle auf das dem Eisen mechanisch beigemengt gewesene, oxydirte, zum Theil verschlackte Eisen erzeugt wird. Je stärker die Eisenstäbe waren, desto gröber wird das Gefüge an den Rändern und desto matter und gelblichweifser das Ansehen, zum Beweise, dafs der Stahl an Rändern schon überbrannt werden mufste, um in der Mitte keinen Eisenkern stehen zu lassen. Glänzende Stellen in der Mitte des Stabes deuten immer auf Eisen, wenn auch kein eisenartiges Gefüge mehr bemerkbar ist. Stäbe, die starke Hammerschläge zum Zerschlagen erfordern, zeigen immer noch einen eisenartigen Kern an. Die Stäbe aus der Mitte der Cementirkästen sind in der Regel nicht so stark durchgebrannt als diejenigen, welche zunächst an den Wänden gelegen haben, weshalb es sehr anzurathen ist, die Stahlstäbe beim Herausnehmen und Zerschlagen sorgfältig zu sortiren. Wenn das angewendete Eisen sehr rein ausgefrischt und von mechanischen Beimengungen von oxydirtem Eisen und Schlacke möglichst befreit war, so nimmt es beim Cementiren $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Prozent am Gewicht zu. In England rechnet man in der Regel $\frac{2}{5}$ Prozent Gewichtsvermehrung bei gutem Eisen. Bei minder gutem findet jedoch kein Gewichtszuwachs statt.

Eine besondere Art von Stahlcementation ist die sogenannte Oberflächen- oder Insatzhärtung, bei welcher das Eisen nicht durchgängig, sondern nur auf der Oberfläche in Stahl verwandelt werden soll. Man wendet diese Art der Cementation bei schon fertigen Eisenarbeiten an, denen man dadurch eine gröfsere Härte oder einen stärkern Glanz und eine höhere Politurfähigkeit verschaffen will. Die Eisenfabrikate werden in verschlossenen eisernen (blechernen) Kästen mit dem Cementirpulver geschichtet, stark durchgeglüht und noch glühend schnell herausgenommen und im Wasser abgelöscht. Knöpfe, Kettenglieder, Nähnadeln u. s. f. pflegt man auf diese Weise zu härten. Die gefüllten Kästen werden mit glühenden Kohlen umgeben, die man so oft erneuert, bis die in die Kästen hineingesteckten und

von Zeit zu Zeit herauszuziehenden und zu untersuchenden Eisendrähte zeigen, dafs die Cementation weit genug fortgeschritten ist. Je länger die Cementation dauert, desto dicker wird die Stahlhaut, desto spröder und brüchiger werden aber auch die Waaren. Bei feinen Schneiden und Spitzen ist diese Härtungsmethode daher nicht zu empfehlen, sondern nur bei solchen Arbeiten, denen gröfsere Härte und Politur verschafft werden soll. Vorzüglich bedient man sich aber der Oberflächenhärtung beim Stahl selbst, nämlich bei denjenigen Stahlwaaren, welche vorher weich gemacht werden müssen, um sie bearbeiten zu können, und welche nachher auf der Oberfläche eine grofse Härte erhalten sollen.

Zuweilen kommt es darauf an, den Stahl recht weich zu machen, ehe er durch die Insatzhärtung einen hohen Grad von Härte erlangt. Diefs geschieht durch blofses Glühen in dicht verschlossenen Gefäfsen, wobei der Luftzutritt jedoch durch eine Hülle abgehalten werden mufs. Dazu ist entweder reine Eisenfeile geeignet, oder ein Gemenge von 2 Theilen feingeriebener Kreide und 1 Theil Kohlenpulver. Eine 6- bis 8stündige Glühhitze ist zum Weichwerden des Stahls, wenigstens bis zu dem Grade, dafs er sich mit Werkzeugen bearbeiten läfst, schon zureichend.

Der Schotte M'Intosh und der Italiener Vismara haben Cementstahl mittelst Kohlengas bereitet. Man läfst zu dem Ende durch irdene Röhren, in denen Stabeisenstangen gelagert sind, bei Anwendung von Glühhitze Kohlengas langsam strömen, wodurch sich auf dem glühenden Eisen Kohlenstoff höchst fein zertheilt absetzt und Wasserstoffgas entweicht. Wird dann bei gehemmtem Zutritt des Gases die Hitze gesteigert, so cementirt sich das Eisen.

Die Gufsstahlbereitung.

Der Schmelzstahl sowohl als der Cementstahl sind mehr oder weniger ein Gemenge von härterem und von weicherem Stahl, der eine völlige Gleichartigkeit nur dadurch erhalten kann, dafs man ihn schmelzt und ihn einige Zeit in dem flüssigen Zustande erhält. Je ungleichartiger der zum Umschmelzen bestimmte Stahl gewesen ist, desto länger mufs er in starker Hitze flüssig bleiben, und desto mehr mufs er umgerührt werden, ehe er in die Formen gegossen wird, um die Kohle in der ganzen Masse gleichförmig zu vertheilen. Das Schmelzen des Stahls gewährt daher das beste Mittel, den weichsten, so wie den härtesten Stahl in der gröfsten Gleichartigkeit darzustellen, weil sich jeder beliebige Grad von Härte erlangen läfst, wenn man das Material der Absicht gemäfs auswählt. Oekonomische Rücksichten verhindern indefs die allgemeine Anwendung des Gufsstahls, und man be-

schränkt sich bis jetzt nur noch darauf, den Gufsstahl zu solchen Stahlarbeiten anzuwenden, die entweder eine vorzügliche Härte oder einen hohen Grad von Politur erhalten sollen.

Das gewöhnliche Material für den Gufsstahl ist Cementstahl; denn es ist einleuchtend, dafs es weit zweckmäfsiger sein mufs, den Gufsstahl aus schon vorhandenen Verbindungen des Eisens mit Kohle darzustellen, als ihn erst aus seinen Bestandtheilen — Stabeisen und Kohle — durch das Zusammenschmelzen beider Körper zuzammenzusetzen. Es bedarf der Erwähnung nicht, dafs sich auch durch das Zusammenschmelzen des Roheisens mit Stabeisen Gufsstahl darstellen läfst, dessen Beschaffenheit und Härte von der Beschaffenheit und von dem Verhältnifs des Stabeisens und des Roheisens zu einander abhängig sind. Eben so ist es einleuchtend, dafs man sich zu einer solchen Gufsstahlbereitung niemals des strengflüssigen, sondern immer des leichtflüssigen Roheisens und vorzugsweise des Spiegelroheisens bedienen wird. Hüttenwerke, welche vollkommenes Spiegeleisen aus gutartigen, leichtflüssigen und leicht reducirbaren Eisenerzen erzeugen, werden daher ein sehr gutes Material zu Gufsstahl liefern, dessen Geschmeidigkeit, Schweifsbarkeit und Härte von dem Verhältnifs des Stabeisenzusatzes zu dem Spiegeleisen abhängen werden.

Dieser Gufsstahl wird zwar nicht zu Stahlarbeiten, welche die härtesten und festesten Schneiden und Spitzen erhalten sollen, wohl aber zu allen gröbern Stahlarbeiten, von denen eine hohe Politur und eine grofse Härte verlangt wird, vortheilhaft augewendet werden können, weil das Material wohlfeil ist, und weil die Leichtflüssigkeit des Spiegeleisens die Umschmelzarbeit erleichtert.

Die Schweifsbarkeit des Stabeisens vermindert sich in dem Verhältnifs, in welchem der Kohlegehalt desselben zunimmt, und eben in diesem Verhältnifs vermindert sich auch die Temperatur, welche zur Schweifshitze erfordert wird. Die Schweifshitze für den Stahl ist daher von dem Kohlegehalt desselben abhängig, und die Schweifsbarkeit hört gänzlich auf, wenn die Schweifshitze und der Schmelzpunkt einander sehr nahe liegen. Den nicht schweifsbaren Stahl würde man auch Roheisen nennen können, wenn er nicht im weichen (ungehärteten) Zustande einen höhern Grad von Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit besäfse, als man dem Roheisen gewöhnlich beilegt. Weil aber auch alles Roheisen in dem weichen (nicht gehärteten Zustande geschmeidig und dehnbar ist, so giebt es gar keine bestimmte Grenze zwischen Roheisen und Stahl. Gufsstahl, der durch plötzliches Erstarren alle Eigenschaften des Roheisens besitzt und eine durchaus spröde, ungeschmeidige, in hohem Grade harte Masse bildet, welche sich vollkommen unschweifsbar zeigt, wird sowohl durch langsames Erstarren, als auch durch das anhaltende Glühen der durch schnelles Erstarren erhaltenen roheisenartigen Masse in einen

zwar immer noch schwer schweifsbaren, aber mit allen Werkzeugen leicht zu bearbeitenden und ziemlich dehnbaren Stahl umgeändert. Eben so, wenn auch in einem geringern Grade, verhält sich das harte weifse Roheisen durch anhaltendes Glühen. Der Cementstahl, aus welchem der nicht schweifsbare Gufsstahl bereitet wird, läfst sich zuweilen sehr gut schweifsen, obgleich er durch das Umschmelzen noch eher etwas Kohle verloren haben, also leichter schweifsbar geworden sein sollte. Die Ursache dieses Verhaltens liegt theils in der ungleichartigen Vertheilung der Kohle im Cementstahl, theils und vorzüglich in dem Verbindungszustande der Kohle mit dem Eisen; denn der Gufsstahl erlangt denselben Grad der Schweifsbarkeit wie der Cementstahl, aus welchem er dargestellt ist, wenn er anhaltend geglüht wird.

Die gröfsere oder geringere Härte, die der Gufsstahl durch das Härten bekommt, so wie der gröfsere oder geringere Grad von Schweifsbarkeit des Gufsstahls werden sich durchaus nach der Beschaffenheit des zum Umschmelzen angewendeten Cementstahls richten.

Dafs aber der Gufsstahl eine immer gröfsere Härte erlangt und sich nicht so leicht schweifsen läfst als der Schmelz- und der Cementstahl, wenn alle diese Stahlarten einen gleich grofsen Gehalt an Kohle besitzen, liegt ganz allein darin, dafs sich in dem Gufsstahl der Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen durch den Uebergang aus dem tropfbarflüssigen in den starren Zustand verändert hat, weshalb ein überaus langsames Erstarren oder ein sehr anhaltendes Glühen nöthig sein würde, um die allgemeine Verbindung der Kohle mit dem Eisen bis zu dem Grade aufzuheben, wie es bei dem weichen Schmelz- und Brennstahl der Fall ist.

Zu allen Stahlarbeiten, bei welchen Stahl mit Stabeisen zusammengeschweifst werden mufs, ist der nicht schweifsbare Gufsstahl unanwendbar. Ueberhaupt erfordert dieser Stahl eine sehr sorgfältige und sachkundige Behandlung beim Wärmen und Ausschmieden, weil er bei einem zu hohen Hitzgrade auseinanderfährt und bei einer zu geringen oder nicht anhaltend genug gegebenen Hitze wegen seiner Sprödigkeit nicht verarbeitet werden kann. Um Gufsstahl von irgend einem gewünschten Grade der Härte, Festigkeit und Schweifsbarkeit zu erzeugen, bedarf es als erstes und wesentliches Erfordernifs einer sachkundigen Prüfung und einer richtigen Kenntnifs des umzuschmelzenden Stahls. Erfahrung und Uebung können nur allein dahin führen, das Material der gewünschten Beschaffenheit des darzustellenden Productes angemessen auszuwählen und den stärker und schwächer cementirten Stahl in solchen Verhältnissen zu gattiren, dafs der Gufsstahl die verlangten Eigenschaften erhält.

Wo die Gufsstahlfabrikation im Grofsen betrieben wird, steht sie immer mit der Cementstahlbereitung in Verbindung. Zum Umschmelzen wendet man

gewöhnlich die Enden der cementirten Stahlstäbe an und verarbeitet den übrigen Cementstahl als solchen. Gewöhnlich sind die Enden stärker cementirt als die Stäbe in der Mitte, weshalb sie einen sehr harten, schwer schweifsbaren Gufsstahl geben. In manchen Werkstätten bereitet man den Cementstahl aber auch nur, um ihn auf Gufsstahl zu benutzen.

Der sogenannte Wootz oder ostindische Stahl ist nichts weiter als ein durch unmittelbares Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Kohle (oder mit Pflanzen, die sich im Laufe des Prozesses verkohlen) erzeugter Gufsstahl. Weil das Eisen zu diesem Stahl durch eine Art von Stückofenwirthschaft erhalten wird, so besitzt es eine vorzügliche Güte. Aber auch selbst die geringe Quantität Stahl, welche jedesmal in einem Tiegelchen erzeugt wird, trägt dazu bei, dafs der Stahl eine recht gleichartige Beschaffenheit erhält.

Am dauerhaftesten und haltbarsten in der starken Hitze und bei der grofsen Temperatur-Veränderung beim Herausnehmen der Tiegel nach erfolgter Schmelzung sind die Kohlen- oder Graphit-Tiegel oder die sogenannten Ipser-Tiegel. Wo man diese aber nicht wohlfeil erhalten kann, wendet man Tiegel aus feuerfestem Thon an, indem man den frischen Thon mit schon gebrauchter Tiegelmasse oder mit vorher gebranntem, feuerfestem Thon versetzt, um das starke Schwinden und Springen beim Trocknen und Brennen zu verhindern. Die Tiegel müssen langsam an der Luft trocknen und zuletzt in einem möglichst starken Feuer gebrannt werden, ehe man sie in Gebrauch nimmt. Man arbeitet die Tiegel entweder aus freier Hand, oder man fertigt sie nach Art der Scherben und der kleinern Tiegel mit einem Mönch und einer Nonne an, wozu indefs ein bedeutender Kraftaufwand erforderlich und eine Presse fast unentbehrlich ist. Die gröfsern Tiegel haben oben etwa 5 Zoll im Durchmesser und eine Höhe von 14—16 Zoll, so dafs sie höchstens mit 40 Pfund Cementstahl besetzt werden. Der in Stücken zerschlagene Cementstahl füllt nach erfolgter Schmelzung etwa die Hälfte des räumlichen Inhalts des Tiegels aus. Früher machte man aus dem Flufs, mit welchem der Cementstahl in den Tiegeln bedeckt ward, ein Geheimnifs. Am besten ist es aber, keinen Flufs anzuwenden, weil derselbe beim Ausgiefsen hinderlich ist. Es genügt schon, die Tiegel mit einem Thondeckel zu versehen. Will man sich aber eines Flusses bedienen, so ist reines, metallfreies Glas die beste Decke: Kohlenstaub oder vegetabilische Substanzen, die sich in der Schmelzhütte verkohlen, als Decke anzuwenden, würde nur dann nöthig sein, wenn man den Kohlegehalt des Stahls beim Umschmelzen noch vergröfsern will.

Man kann die Schmelzung entweder in gewöhnlichen Tiegelöfen, in welchen die Tiegel unmittelbar mit den glühenden Kohlen umgeben sind, oder in Flammöfen vornehmen, in welchen die Tiegel auf dem Heerde stehen,

und durch die Flamme des im Feuerungsraum verbrennenden Brennmaterials die Schmelzhitze erhalten. Die Flammöfen wendet man indefs nicht mehr an, theils weil die Tiegel durch den Flammenstrom sehr leiden und dem Reifsen sehr ausgesetzt sind, theils weil das Herausnehmen der Tiegel mit dem geschmolzenen Stahl sehr beschwerlich ist, theils weil die Flammöfen einen sehr grofsen Aufwand von Brennmaterial veranlassen und weil die Hitze darin nur sehr schwer bis zum vollkommenen Schmelzen des Stahls gesteigert werden kann. Man beschränkt sich daher auf die Tiegelöfen, denen man unter dem Rost einen möglichst starken Luftzug verschafft, und bei welchem man die Flamme zur Verstärkung des Zuges in eine hohe Esse leitet.

Um die Hitze in dem Schachte des Tiegelofens gleichmäfsiger zu vertheilen und alle Wände des Tiegels gleich stark zu erhitzen, kann man statt des einen Fuchses, welcher die Flamme in die Esse leitet, deren drei anbringen, welche in dem Umkreise das Schachtes vertheilt sind und sich in der Esse vereinigen. Noch vollständiger und mit Verstärkung des Luftzuges erreicht man diesen Zweck, wenn man die Seitenwände des Schachtes, welche von der Esse abgekehrt sind, nahe über dem Rost mit conischen Oeffnungen zum Einströmen der atmosphärischen Luft versieht. Der Aschenfall mufs durch einen wo möglich auf der Nord- oder auf der Schattenseite des Gebäudes ausmündenden Luftkanal mit der freien Luft in Verbindung stehen. Der Fuchs ist mit einem Schieber zu versehen, um den Zug zu verstärken und mäfsigen zu können.

Die Schächte des Tiegelofens sind entweder viereckig oder (besser) rund und haben etwa 12 Zoll im Durchmesser, oder eine Länge und Breite von 14 Zoll, wenn sie viereckig sind. Die Höhe oder die Tiefe des Schachtes von dem untern Rande des Fuchses bis zur Rostfläche beträgt 22 bis 24 Zoll. Die Tiegel stehen nicht unmittelbar auf dem Rost, sondern auf einer Unterlage von Thon. Zuweilen ist auch der Rost beweglich eingerichtet, so dafs der Ofen nach erfolgter Schmelzung plötzlich von allen Kohlen geleert werden kann. Dann mufs dem Tiegel natürlich eine von dem Rost unabhängige Unterlage gegeben werden.

Jeder Ofen wird also nur mit einem Tiegel besetzt, weil dadurch die Hitze mehr zusammengehalten wird und gleichmäfsiger wirkt, als wenn man weitere Oefen mit 2 oder 3 Tiegeln besetzen wollte. Zur gröfsern Bequemlichkeit beim Herausnehmen der gefüllten Tiegel giebt man dem Ofen eine solche Lage, dafs der Rand des Oberschachtes nicht oder nur unbedeutend höher liegt als die Hüttensohle. — Solcher Tiegelöfen legt man mehrere in einer Reihe längs einer Mauer an, in welcher die Essen für jeden Tiegelofen besonders in die Höhe geführt sind.

Wenn die Tiegel gefüllt und in den Ofen gestellt sind, so werden sie mit Koaks umschüttet, welche möglichst sorgfältig zu gleich grofsen Stücken zerschlagen werden müssen, damit die hohlen Räume vermieden werden. Alsdann wird aber der obere Kranz des Ofenschachtes mit einem passenden (gufseisernen oder auch thönernen) Deckel verschlossen, und man giebt anfänglich keine zu starke Hitze, damit die Tiegel sich nicht zu schnell und ungleich erhitzen und aufreifsen. Besonders ist dahin zu sehen, dafs die Tiegel unten stärker als oben erhitzt werden, bis demnächst die volle Schmelzhitze durch möglichste Verstärkung des Luftzuges gegeben werden kann. Ein Nachfüllen von Koaks mufs möglichst vermieden werden. Die Dauer des Schmelzens ist zu 4 bis 5 Stunden anzunehmen. Immer mufs sich aber der Stahl in einem vollkommen flüssigen Zustand erhalten und vor dem Ausgiefsen schnell im Tiegel umgerührt werden.

Man nimmt die Tiegel mit zweckmäfsig eingerichteten Bauchzangen aus dem Ofen und giefst den geschmolzenen Stahl in eiserne Formen, welche gewöhnlich vier- oder achteckig sind und aus zwei Stücken bestehen, welche auseinander genommen werden können. Die Formen stehen beim Giefsen senkrecht. Sie müssen nicht gröfser sein als nöthig ist, um den geschmolzenen Stahl aufzunehmen. Auch wird die Oberfläche des Stahls oben beim Eingufs sogleich mit Thon bedeckt oder mit eisernen Gewichten beschwert, um das Aufquellen des Stahls und die Entstehung von Blasenräumen beim Erstarren zu vermindern.

Diese Tiegelöfen lassen sich nur dann anwenden, wenn das Brennmaterial aus Koaks besteht. Ist man genöthigt, sich der Holzkohlen zu bedienen, so mufs man ungleich höhere Tiegelöfen haben, um das häufige Nachfüllen von kalten Kohlen zu vermeiden. Aber dennoch würde sich durch Holzkohlen kaum die vollständige Schmelzhitze für den Stahl hervorbringen lassen. Deshalb wendet man Tiegelöfen mit Gebläsen an, welche auch bei den Koaks ungleich bessere Dienste leisten als die Tiegelöfen mit natürlichem Luftzuge. Jedoch sind diese Oefen bis jetzt noch gar nicht oder doch nur sehr wenig eingeführt, weil sie bewegende Kräfte für das Gebläse erfordern, welche nicht ohne Kostenaufwand herbeigeschafft werden können. Die grofse Ersparnifs an Brennmaterial bei der Anwendung der Gebläsetiegelöfen würde indefs sehr dazu auffordern, die Tiegelöfen mit natürlichem Luftzuge nicht mehr anwenden, oder nur in solchen Gegenden bestehen zu lassen, wo die Koaks zu so geringem Preise zu erhalten sind, dafs der (bedeutende) Mehrverbrauch an Koaks die Unterhaltungskosten des Gebläses nicht überschreitet.

Das Raffiniren des Stahls.

Die ungleichartige Beschaffenheit des Schmelz- und Cementstahls hat zum Raffiniren oder Gerben des Stahls Veranlassung gegeben. Obgleich der Stahl dadurch fester und elastischer wird, indem sich die zu grofse Härte auf einigen und die zu grofse Weichheit auf andern Stellen mehr ausgleichen, so verliert er doch auch an Härte. Man raffinirt den Stahl, wenn er recht gleichartig werden soll, zwei, auch drei Mal. Durch oft wiederholtes Raffiniren wird die Härte aber immer mehr vermindert und geht zuletzt ganz verloren, so dafs sich der Stahl wie die härtern Stabeisenarten verhält.

Der Stahl, welcher raffinirt werden soll, wird zuerst zu möglichst dünnen, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien dicken und etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten Stäben von ungefähr 2 Fufs Länge ausgestreckt. In Deutschland nennt man diese Vorbereitung der Stahlstäbe das Plätten oder das Schienen der Stäbe. Die ausgestreckten Stäbe werden noch rothglühend in fliefsendes kaltes Wasser geworfen, um sie leicht zu zerschlagen und nach dem Ansehen auf der Bruchfläche sortiren zu können. Dann legt man die geplätteten Schienen in einzelnen Convoluten oder Packeten — die in Deutschland eine Zange oder Garbe genannt werden — dergestalt zusammen, dafs immer ein härteres und ein weicheres Stück zusammen zu liegen kommen. Das Zusammenlegen in Packete erfordert daher Arbeiter, die mit der Natur und Beschaffenheit des Stahls sehr genau bekannt sind. Dem obern und dem untern Stabe giebt man die ganze Länge des Packets, aber die Lagen in der Mitte können aus mehreren einzelnen, nebeneinander liegenden Stücken bestehen. Zu einem Packet wendet man 6 bis 8 solcher Lagen oder Schichten an.

Das zusammengelegte Packet wird sodann mit einer Zange gepackt und zuerst in Rothglühhitze gebracht, während ein zweites, vorher geglühtes Packet in der Weifsglühhitze liegt. Wenn dem Stahl die Weifsglühhitze gegeben wird, so bestreut man das Packet mit gebranntem und fein gepulvertem Thon, um eine saftige Schlackenrinde zu bilden, durch welche das Verbrennen der Kohle in Stahl möglichst verhütet werden soll. Das weifsglühende Packet wird dann zusammengeschweifst und zu Quadratstäben ausgestreckt. Soll der Stahl zweimal raffinirt werden, so wird der ausgestreckte Stab mit einem Setzeisen in der Mitte durchgehauen, umgebogen und wieder zusammengeschweifst, welches bei einem 3-, 4maligen Raffiniren u. s. f. wiederholt wird. Man benennt den Stahl nach der Zahl der angestellten Raffinirung 1, 2, 3 Mal raffinirten Stahl; in Steyermark nennt man den mehrmals raffinirten Stahl Tannenbaumstahl.

Die Raffinirfeuer sind von den gewöhnlichen Grobschmiedeheerden nicht

verschieden, nur dafs man mehrere neben einander liegende Formen oder Zuströmungsöffnungen für den Wind aus dem Gebläse anwendet, damit die Packete ihrer ganzen Länge nach erhitzt werden können. Um die Hitze zusammenzuhalten, sind die Feuer gewöhnlich mit einem gemauerten Gewölbe versehen, wodurch die Raffinirfeuer das Ansehen von langen Backöfen erhalten.

Man wendet zum Raffiniren entweder Holzkohlen oder Steinkohlen an. Die erstern geben eine geringere Hitze, weshalb die Packete öfter ausgeheizt werden müssen als bei der Anwendung von Steinkohlen. Bei backenden Steinkohlen bedarf es des gemauerten Gewölbes über dem Heerde nicht, weil die Steinkohlen ein natürliches Gewölbe bilden, unter welches die Packete geschoben werden.

Der Abgang beim Raffiniren ist sehr bedeutend und beträgt bei dem jedesmaligen Raffiniren 7 bis 12%. Zu 100 Preufs. Pfunden raffinirten Stahl sind etwa 3 Rheinl. Kubikfufs Steinkohlen erforderlich. — Durch gute Raffinirarbeit lassen sich die Fehler der zu grofsen Härte und Weichheit des Stahls ziemlich ausgleichen; auch läfst sich durch die Auswahl von härtern und weichern Schienen beim Zusammenlegen der Packete Stahl von verschiedenen Graden der Härte darstellen; es ist aber eine grofse Vorsicht bei dem Zusammenschweifsen der Packete erforderlich, damit der Stahl in der Weifsglühhitze dem Luftstrom nicht unmittelbar ausgesetzt wird.

Der damascirte Stahl.

Aller Stahl, welcher nach dem Aetzen seiner vorher polirten Oberfläche mit verdünnten Säuren, mit Eisenvitriol oder auch mit Alaun Schattirungen von dunkleren und helleren Farben zeigt, heifst Damaststahl. Polirt mufs die Oberfläche des Stahls deshalb sein, damit die Farbenschattirungen deutlicher zum Vorschein kommen. Unechter Damast wird nur durch theilweises Aetzen der mit einem Aetzgrunde bedeckten Oberfläche des Stahls hervorgebracht, und davon ist nicht die Rede. Bei dem echten Damast sind die durch die Einwirkung schwacher Säuren auf der Oberfläche des Stahls entstehenden Zeichnungen immer eine Folge der ungleichartigen Beschaffenheit des Stahls. Ein ganz gleichartiger Stahl würde daher zur Damastbildung nicht geeignet sein. Selbst das Stabeisen ist selten so gleichartig, dafs sich nicht auf der polirten Oberfläche desselben Damastzeichnungen entwickeln liefsen. Man benutzt diese Ungleichartigkeit zuweilen zur Anfertigung von damascirten Gewehrläufen, in andern Fällen schweifst man absichtlich härteres und weicheres Eisen zusammen, raffinirt die erhaltenen Stäbe mehrmals und bereitet auf solche Weise ein Materialeisen zu Gewehrläufen, welches feine Damastzeichnungen entwickelt.

Ein ganz ähnlicher Erfolg tritt beim Raffiniren des härtern mit dem weichern Stahl ein. Man kann diesen echten Damast den künstlichen nennen. Man glaubt, dafs die besten orientalischen Klingen nur aus künstlichem Damast bestehen, bei welchem der härtere und der weichere Stahl auf eine regelmäfsige Weise, nämlich dergestalt zusammengeschweifst werden, dafs die gleichartige Masse des harten Stahls die Schneide bildet und der weichere Stahl im Innern der Masse die Festigkeit des Werkzeuges erhöhet.

Der echte natürliche Damast kann nur auf der Oberfläche eines möglichst gleichartigen Stahls entwickelt werden. Er ist das Resultat der in der Stahlmasse mehr oder weniger vollständig ausgebildeten Polykarburete. Es wird daher auf die Behandlung des Stahls beim Erstarren oder beim Glühen ankommen, ob er eine Damastentwickelung zuläfst oder nicht. Schnelles Erstarren zerstört alle Damastbildung; langsames Erkalten oder Glühen des schnell erstarrten Stahls ruft sie hervor. Je mehr Kohle der Stahl hat, desto mehr wird er unter den dazu geeigneten Umständen Damastzeichnungen entwickeln lassen. Je vollständiger sich die Carburete durch langsames Erkalten oder durch anhaltende Glühhitze ausgebildet haben, desto weniger können sie durch das plötzliche Ablöschen des blos im glühenden Zustande befindlichen Stahls beim Härten wieder gänzlich zerstört werden, obgleich der stark gehärtete Stahl die Damastzeichnungen niemals in dem Grade der Vollendung zeigen kann, wie der schwach oder der gar nicht gehärtete Stahl. Aller natürliche Damast deutet also zwar ebenfalls auf eine ungleichartige Beschaffenheit der Masse, allein diese Ungleichartigkeit ist nicht so grofs als die des künstlichen Damastes, weshalb auch die Grade der Härte beim Härten nicht so auffallend verschieden sind, dafs sie sehr grofse Unterschiede in der Härte an den verschiedenen Stellen des Stahls hervorbringen könnten. Dieser natürliche Damast, insofern er nur das Resultat der mehr oder weniger vollständigen Ausbildung der Carburete des Eisens ist, mufs mit dem jedesmaligen Umschmelzen des Stahls wieder verloren gehen, weil dann eine völlige Gleichartigkeit der Masse eintritt, von deren Behandlung beim Erstarren oder Glühen es abermals abhängig wird, ob sich die Carburete und mit ihnen die Damastzeichnungen mehr oder weniger vollständig entwickeln. Es giebt aber geschmolzenen Stahl, welcher durch das Umschmelzen seinen Damast nicht verliert, wenn er auch plötzlich erstarrt und nach dem plötzlichen Erstarren nicht ausgeglüht wird. Diefs ist der mit andern Metallen und vielleicht mit Erdbasen legirte Stahl. Aber diese Legirungen sind, wie schon früher gezeigt ward, keine Gemische, sondern blos Gemenge, und verdienen den guten Ruf nicht in dem Grade, der ihnen häufig beigelegt wird.

Das Härten des Stahls.

Man versteht im Allgemeinen hierunter das plötzliche Abkühlen des glühenden Stahls in kalten, am besten tropfbar flüssigen Substanzen. Langsam und von selbst erkaltender Stahl ist wenig härter als Stabeisen und besitzt dieselben Eigenschaften, die er vor dem Glühen hatte.

Die durch das Härten veranlaſsten Veränderungen des Stahls sind die folgenden:

1. Er behält die durch die vorhergegangene Erhitzung bewirkte Vergröſserung seines Volums nach dem Ablöschen zum Theil, wogegen der erhitzte und langsam von selbst erkaltete Stahl wieder dasselbe Volum annimmt, welches er vor der Erhitzung hatte.

2. Daher wird durch das Härten die Dichtigkeit oder das spezifische Gewicht, welches er vor demselben hatte, etwas vermindert, welches er beim langsamen Erkalten dagegen beibehält oder wieder erhält, wenn man ihn nach dem Härten abermals erhitzt und langsam abkühlt.

3. Durch das Härten erhält er eine glatte und völlig metallisch glänzende Oberfläche, indem der Glühspahn dadurch abspringt. Stahl, welcher diese Eigenschaft nicht erhält, ist eisenartig.

4. Das Gefüge wird anders, das Korn ganz fein, so daſs es nur mit bewaffnetem Auge zu erkennen ist.

5. Die Farbe wird lichter und der Glanz erhöhet.

6. Er wird durch das plötzliche Abkühlen ungleich härter als vorher, und behält diese Härte, wenn er nicht wieder geglüht wird.

7. Er erhält dadurch eine gröſsere absolute und respective Festigkeit.

8. Bei einer zu groſsen und der Natur des Stahls nicht angemessenen Temperaturveränderung nimmt seine Festigkeit ab, die Härte und Sprödigkeit aber nehmen zu, und zwar bei noch gesteigerter Temperatur so, daſs sich der Stahl zerpulvern läſst.

Die Zunahme des Volums beim gehärteten Stahl beträgt etwa $\frac{1}{48}$ und ist die Veranlassung von mancher Unbequemlichkeit beim Verarbeiten, besonders beim Zusammenschweiſsen mit Eisen Solche Arbeiten ziehen sich beim Härten krumm und müssen bei dem Anlassen erst wieder gerade gerichtet werden, welches beschwerlich und mühsam ist. Uebrigens hängen die Volumveränderungen auch von der Hitze ab, in welcher der Stahl behandelt wird, und so können sie daher bei einer und derselben Sorte verschieden sein.

Die Elasticität scheint mit der Härte in einem gewissen Zusammenhange zu stehen, obgleich jene nicht die Ursache von dieser sein kann, weil sonst die harten Körper auch elastisch sein müſsten. Wahrscheinlich wird die Elasticität nur bis zu einem gewissen Grade durch die Härte befördert, wo-

rauf die Wirkungen der Sprödigkeit eintreten, weshalb der härteste Stahl nicht immer der am meisten elastische sein kann. Es darf daher jeder Stahl nicht stärker gehärtet werden, als nöthig ist, um den ganzen Grad der Elasticität zu gewinnen. Je leichter der Stahl die Härte annimmt, desto vollkommener ist er. Stahl, der mit der gröfsten Härte die gröfste Elasticität verbindet, ist der vollkommenste. Erhält er eine geringere Härte als er annehmen kann, so wird er zwar härter, aber auch weniger elastisch. Es ist daher nothwendig, dafs er denjenigen Härtegrad erlangt, der seiner Natur am angemessensten ist, weshalb Temperatur und Härtemittel danach zweckmäfsig abzuändern sind. Jedoch ist diefs Alles nicht hinreichend, um dem Stahl diejenige Sprödigkeit zu entziehen, welche mit der gröfsten Härte verbunden ist, und um seine gröfste Elasticität vollständig zu entwickeln. Es ist daher eine zweite Operation, das **Anlassen**, erforderlich. Ob das Eintauchen des gehärteten Stahls in ein rothglühend gemachtes Bad von einer leichtflüssigen Mischung von Blei und Zinn das Anlassen unnöthig macht, ist noch nicht genau bestimmt.

Im Allgemeinen mufs zwar der weichere Stahl beim Härten stärker erhitzt werden, als der härtere, allein es bleibt die Bestimmung des für jeden Fall angemessenen Hitzgrades doch immer schwierig, weil man kein zuverlässiges und leicht anwendbares Mittel kennt, die Hitzgrade in den höhern Temperaturen zu messen. Die Stärke der Erhitzung mufs daher der Erfahrung und den Augen des Arbeiters überlassen bleiben, wobei so leicht eine Täuschung möglich ist und wobei die verschiedenartige Beschaffenheit eines und desselben Stahls die Schwierigkeiten noch vermehrt. Die verschiedenen Grade des Glühens sind dem Auge nur durch die dunkleren und lichteren Farben, in denen das Eisen erscheint, bemerkbar, und diese Nüancirungen gehen so unmerklich ineinander über, dafs nur ein sehr geübtes Auge sie zu unterscheiden vermag. — Manche Stahlarbeiten müssen nicht im offenen Feuer, sondern im Sandbade erhitzt werden, weil sich dadurch wenigstens eine gleichartige Temperatur mittheilen, auch die des glühenden Sandes besser als die des glühenden Gases im offenen Feuer bestimmen läfst.

In je gröfserer Hitze der Stahl gehärtet wird, um so gröfser und weifser ist das Korn, und nur wenn er weich wird, vermindert sich diefs wieder, wogegen er aber dann ganz mürbe und sehr spröde geworden ist. Es müssen daher Farbe, Gröfse und Glanz des Korns die Kennzeichen abgeben, welche bei der Bestimmung des richtigen Temperaturgrades beim Härten die Anleitung geben.

Um von aller Härte und Festigkeit des Stahls Gebrauch zu machen, mufs man ihn so lange mit einem nassen Hammer schmieden, bis er aufhört, braunroth zu sein. In diesem Zustande zeigen die Stahlstäbe das feinste Korn,

dessen sie fähig sind, sind aber noch weich und müssen gehärtet werden. Zu dem Ende zerbricht man den Stahl in dem weichen Zustande, in welchem er, wie bemerkt, das feinste Korn erhalten hat, und mittelt nun die Temperatur aus, bei welcher das Korn, nach dem Ablöschen beim Abschlagen, zwar mit einer weifsern Farbe, aber gerade so fein zum Vorschein kommt, als im weichen Zustande. Diefs ist dann derjenige Hitzgrad, bei welchem der Stahl, mit Beibehaltung der gröfsten Festigkeit und Elasticität. die gröfste Härte erhält, welche er üherhaupt, ohne Verlust oder Verminderung der Festigkeit und Elasticität, annehmen kann. — Ein gröberes Korn zeigt eine zu starke Hitze. Die Oberfläche des Stahls mufs nach dem Härten nicht durchaus blank, sondern nur gesprenkelt blank erscheinen, indem jenes schon auf zu starke Hitze deutet. Das Anlassen ist bei diesem sorgfältigen Härten nur bei solchen Stahlwaaren nöthig, von denen mehr Zähigkeit als Härte verlangt wird, wie es denn überhaupt nur die Sprödigkeit hebt und nie ein fehlerhaftes Härten verbessert. Ein zu stark erhitzter Stahl, wenn er auch nicht im Wasser abgekühlt wird, sondern langsam an der Luft erkaltet, hat schon gelitten. Man mufs ihn dann noch einmal erhitzen und durch Hämmern mit dem nassen Hammer, wie vorhin erwähnt, verdichten.

Die Härtungs-Flüssigkeit ist gewöhnlich kaltes Wasser und zwar am besten fliefsendes, weil stehendes sich bald erwärmt. Warmes Wasser giebt einen weichern Stahl als kaltes, weshalb man im Winter auch den Stahl etwas weniger erhitzen kann als im Sommer, weil dann das Wasser kälter ist. Hartes Wasser, welches Salze aufgelöst enthält, härtet stärker als sogenanntes weiches Flufswasser. Quecksilber härtet auch stärker als Wasser, ist aber bei grofsen Gegenständen nicht anwendbar. Geringere Härtungsgrade lassen sich schon durch Schwingen in kalter feuchter Luft oder vor dem Blasebalge, die von ganz feinen Stahlarbeiten zwischen den kalten eisernen Backen eines Schraubstocks bewirken. Säuren härten stärker als Wasser, fette Oele, Talg, Wachs und Seife schwächer, weshalb man sie zur Vermeidung der Hartborsten bei feinen Schneiden anwendet, indem es kaum möglich ist, den dickern Stahl und die feine Schneide so gleichartig zu erhitzen, dafs die Schneide nicht schon zu sehr erhitzt sein sollte, wenn die übrigen Theile erst kaum den richtigen Temperaturgrad erhalten haben. Beim Härten von Säbelklingen wendet man aus demselben Grunde angefeuchtete Kohlenlösche an.

Man hält dafür, dafs gehärtete Stahlstäbe, welche beim Zerschlagen auf dem Bruch sogen. Rosen, d. h. Flecke, die an den äufsern Rändern gelblich und röthlich, nach der Mitte zu aber schwarzblau gefärbt sind, zeigen, die gehörige Güte besitzen; allein über die Güte des Stahls entscheiden sie

Bayerische Staatsbibliothek München

nicht, sondern sie beweisen nur, dafs der Stahl sehr grofse Härte annehmen kann und nicht mehr stabeisenartig ist.

Das Glühen beim Härten mufs nicht langsam, sondern vor einem schwachen Gebläse in durchaus glühenden, frischen und gesunden Kohlen, so schnell als möglich geschehen, damit der Stahl keinen Glühspahn ansetzt und nicht eisenartig wird. Dickere Stellen müssen früher erhitzt und einer stärkern Hitze als die dünnern ausgesetzt werden. Eine Ueberhitzung ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

Aller Vorsicht ohnerachtet, ist es jedoch kaum möglich, den ganz richtigen Härtegrad zu treffen, so dafs der Stahl nicht entweder zu wenig hart und elastisch, oder zu wenig elastisch und zäh und dagegen zu hart würde. Ersteres ist selten der Fall und bei dem Letzteren bleibt nichts weiter übrig, als einen Theil der Härte durch das Anlaufen oder Anlassen des Stahls, d. h. durch neues Erwärmen wegzunehmen. Die Abnahme der Härte steht mit der Stärke des Anlassens im Verhältnifs; die Elasticität wird nur bis zu einem gewissen Grade gröfser. Stahlarbeiten, die hart sein sollen, müssen daher sehr schwach oder gar nicht, und solche, die zäh sein sollen, müssen in höherer Temperatur angelassen werden.

Die Anlaufhitze ist dieselbe, bei welcher die Anlauffarben des ersten Grades zum Vorschein kommen (S. 16 etc.). Man unterscheidet daher auch den strohgelben, goldgelben, kupferfarbenen, purpurfarbenen, violetten und blauen Anlauf. Stahlarbeiten, die zäher und elastischer als härter sein sollen, läfst man blau anlaufen, die härtesten Werkzeuge strohgelb. Vor dem Anlaufen müssen die Stahlarbeiten polirt werden, oder wenigstens eine blanke Oberfläche haben. Ein vollkommen gleichartiger Stahl mufs übrigens so genau gehärtet werden können, dafs er keines Anlassens bedarf.

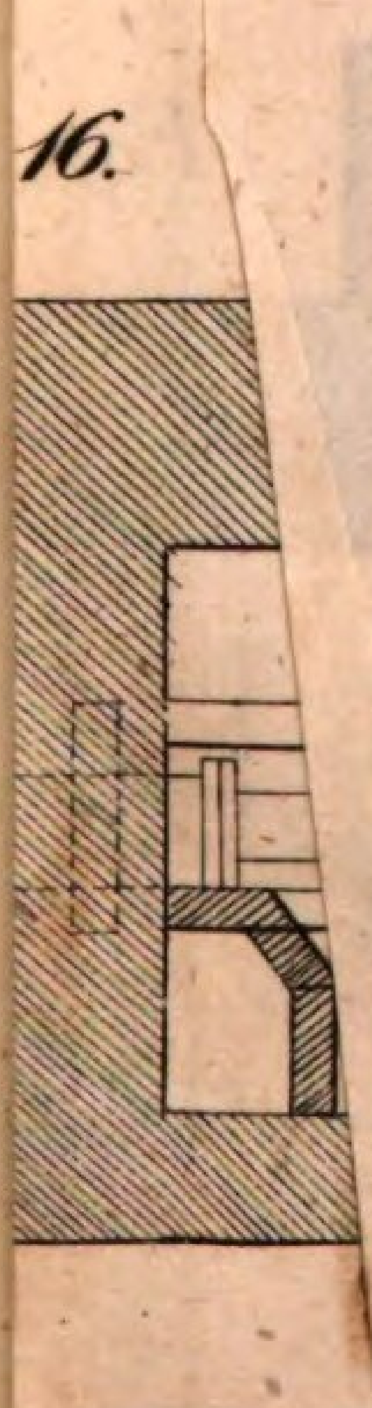
Das Anlassen geschieht entweder in offenem Feuer, oder dadurch, dafs man die Gegenstände auf gufseiserne, bis zu einem gewissen Temperaturgrade erhitzte Platten legt.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

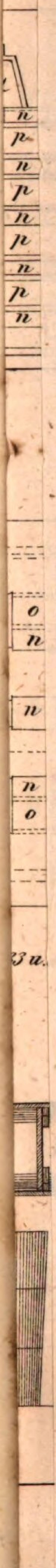
4.



16.

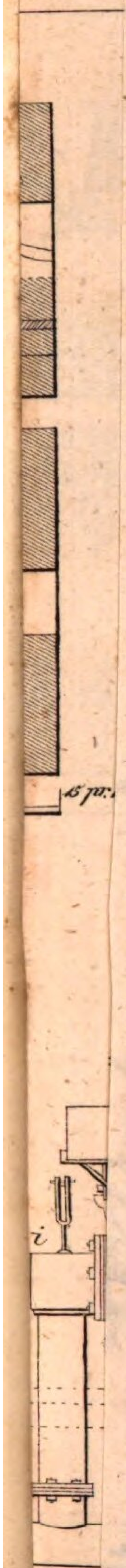


21

n
p
n
p
n
p
n
p
n
o
n
n
n
o
3 u.



3'10⅔"
ig. 50
44
11"
2'11"
5'11"
2 5"
E
2 3 6
zu Fig








d
c
M'
M

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hartmann, Carl Friedrich Alexander,

Grundriss der Eisenhüttenkunde

Berlin 1843

BHS I C 52
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10705980-3